

# مبادئ الفسولوجيا الرياضييه

الدكتور ه سميحه خليل محمد امين  
استاذة الطب الرياضي والتأهيل  
فرع العلوم النظرية  
جامعة بغداد / كلية التربية الرياضييه

١٤٢٨ هجريه - ٢٠٠٨ ميلاديه

حقوق نسخ وتحميل النسخة الالكترونية للكتاب محفوظة  
للأكاديمية الرياضييه العراقيه

[www.iraqacad.org](http://www.iraqacad.org)





(وَفَوْقَ كُلِّ ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ)

(صدق الله العظيم)

آية ٧٦ سورة يوسف



## الاهداء

الى شعب العراق الصامد من اجل وطن موحد لايفرقه  
دين او قومية او مذهب , يجمعه حب هذا البلد العريق ,  
ويعمر قلبه الايمان بالله و ارادته القويه , عسى الله ان  
يزيد من عزيمتنا ويمدنا بالصبر وتحمل الابتلاء ,  
ويجمع الشمل على تربة بلدنا الطاهره بلد الانبياء  
والاولياء والحضارات . . . . اهدي جهدي المتواضع هذا  
...

أبد سميعة خليل



## المقدمة

تعد الفسيولوجيا الرياضية من العلوم المهمة لكونها تدرس التغييرات الوظيفية التي تحدث في الجسم جراء ممارسة انواع مختلفه من الانشطه والفعاليات الرياضييه .

الفسيولوجيه الرياضييه تعرف الرياضي بقابليه الجسم الوظيفيه والتي تحدد امكانيه ممارسة نوع النشاط الرياضي الملائم , لكي يستطيع ان يطور قابليته ومستوى انجازه وفق الاسس والمباديء الفسيولوجيه وبشكل علمي مدروس من اجل الحد من المخاطر التي ترافق التدريبات التي لاتستند الى القواعد الفسيولوجيه الصحيه والتي لاتناسب نوع النشاط الممارس . ولقد حاولنا في كتابنا هذا ان نبسط مادة الفسيولوجيا الرياضييه حيث شمل الكتاب عشرة فصول استعرضنا خلالها اهم المفاهيم الفسيولوجيه مع وصف مبسط للخليه والتراكيب المكونه لها , كذلك تطرقنا الى تركيب الاجهزه الجسميه الحيويه واهم التغييرات التي تحصل فيها جراء النشاط الرياضي , وقد استعرضنا في بداية كل فصل مكونات الاجهزه ووظائفها الاساسيه ومن ثم التغييرات التي تحدث بتأثير ممارسة الانشطه الرياضييه المختلفه والاحمال التدريبيه , وقد تطرقنا ايضا الى تغذيه الرياضيين قبل واثناء وبعد الجهد الرياضي والطاقه اللازمه للنشاط الرياضي وانظمتها . كذلك اشرنا الى اهم الخصائص الفسيولوجيه للجسم عند اداء التمارين في مراحل التدريب المختلفه , وتطرقنا ايضا الى التكيفات التي تحدث جراء التدريب والتغييرات البيئيه وانعكاساتها على الاداء الرياضي . كما ذكرنا اهم الخصائص والفروقات التكوينييه والفسيولوجيه التي تميز جسم المرأه عن الرجل والتغييرات الوظيفيه في مختلف مراحل النضج الجنسي , كذلك الخصائص الفسيولوجيه وكيفية توفير الطاقه للنشاط العضلي عند الاطفال , وفي الفصل الاخير تطرقنا الى الهرمونات والانزيمات وعلاقتها بالنشاط الرياضي .

عسى ان يوفقنا الله في مجهودنا المتواضع هذا خدمة لابناء الوطن العربي الكبير .

أ. د. سميعه خليل





## الفصل الأول

مفاهيم فسيولوجية أساسية ومفهوم الخلية

### المبحث الأول

مفاهيم فسيولوجية أساسية

علم الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) *physiology*  
الفسيولوجية الرياضية (فسيولوجية الحركة) *movement*

*physiology*

فسيولوجيا الجهد *exercise physiology*

### المبحث الثاني

مفهوم الخلية (تركيبها ووظائفها)

الخلية *cell*

اشكال وحجوم الخلايا

تركيب الخلية ومحتوياتها

جدار الخلية *cell wall*

غشاء الخلية *cell memberane*

الاهداب *microvilli* او الاسواط *flagella*

النواة *Nucleus*

السايتوبلازم *cytoplasm*

المحتويات الحية في السايتوبلازم :

- الشبكة البلازمية *Endoplasmic reticulum*

- الرايبوسومات

- المايتوكوندريا (بيوت الطاقة) *mitochondria*

- جهاز كولجي *golgi apparatus*

- الجسم المركزي (*centriole*)

- الليفات (*fibrullous*)

- الجسم الحال الايسوسوم (*lysosomes*)

- البلاستيدات *plastids*

المحتويات غير الحية في السيتوبلازم :

- الحبيبات النشوية *glycogen*

- الحبيبات الصبغية (Melanin)
- القطيرات الزيتية
- البلورا
- الفجوات الخلوية vacuoles

## المبحث الاول مفاهيم فسيولوجيه اساسيه

**علم الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) physiology**  
هو العلم الذى يهتم بدراسة وظائف الجسم الحيوية وكيفية عمل الأعضاء والأجهزة الجسمية المختلفة , وهو جزء من العلوم الطبية العامة (general medicine sciences) .

### الفسيولوجيا الرياضية (فسيولوجيا الحركة) movement physiology

هو العلم الذى يستهدف استكشاف التأثيرات المباشرة والبعيدة المدى التى تسببها الحركة البدنية (التمرينات البدنية) في وظائف العضلات والأعضاء و الأجهزة الجسمية المختلفة وعلاقة هذه النشاطات بالصحة واللياقه البدنيه .  
يعد هذا العلم ميدان فرعى من الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء) حيث يهتم بدراسة التغيرات التى تحدث للفرد الرياضى نتيجة ممارسة النشاطات الرياضية المختلفة , و ذلك لأن جسم الرياضى يتعرض الى العديد من التغيرات الوظيفية جراء الجهد البدنى .

### فسيولوجيا الجهد exercise physiology

تعنى معرفة الحالة التى يصل اليها الرياضى بعد أداء التدريبات الرياضية المقننة وفق برامج علمية مدروسة للوصول الى مرحلة الانجاز , و يتطلب ذلك معرفة الحالة الطبيعية فى وقت الراحة و حالة ما بعد الجهد مع ملاحظة التغيرات الحاصلة ما بين الحالتين , كذلك معرفة الحالات غير الطبيعية والمرضية التى قد يصلها الرياضى أثناء أداء الجهد , ولهذا يجب معرفة القابلية البدنية والوظيفية قبل ممارسة أى نشاط بدنى أو رياضى لتجنب الوصول الى الحالة المرضية ( pathology ) و استثمار قابلية الرياضى لأداء الجهد دون الوصول

الى الحالة المرضية لغرض تحقيق الأداء البدني والانجاز الافضل  
( physical performance ) .

تعد دراسه وظائف الاعضاء خلال اداء الجهد البدني العامل المهم  
في رفع مستوي الانجاز الرياضي , اذا ما استخدم بشكل صحيح  
وملائم للقابليه البدنيه والوظيفيه للرياضي .

## المبحث الثاني مفهوم الخلية ( تركيبها ووظائفها )

### الخلية cell

هي الوحدة البنائية والوظيفية لجسم الكائن الحي , وتتكون من كتله بروتوبلازمية حية تحتوي على نواه وسائتوبلازم يحاط كل منها بغشاء , والخلية معقدة التركيب وهذا يتيح حدوث مئات التفاعلات الكيميائية في حيز الخلية الضيق , ويتم ذلك لصالح عمل الخلية بشكل لا يؤثر احداها على الاخر وعند انعدام الانسجام والترابط بين فعاليات الخلية تتحطم وتموت .

### اشكال وحجوم الخلايا

تختلف وظائف الخلايا وطريقه تجمعها مع بعضها , لذلك تختلف اشكالها وحجومها وغالبا ما تكون احجام الخلايا صغيره جدا لا ترى بالعين المجرده الا بالمجهر كالخلايا العصبية والعضلية في جسم الانسان , وقد تكون صغيره الحجم ولكن يمكن رؤيتها بالعين المجردة كما في بيوض الاسماك .

تتخذ الخلايا اشكال متعدده نجمية الشكل كما في الخلايا العصبية او مغزليه كما في العضلات او كروية كما في بيوض الحيوانات او متغيرة الشكل كما في خلايا كريات الدم البيضاء .

### تركيب الخلية ومحتوياتها

رغم تعدد اشكال وحجوم الخلايا واختلاف وظائفها الا انها ذات اساسيات تركيبية واحده , وقد تحتوي الخلية على تركيب او اخر لا يوجد في خلية اخرى , وعموما تتكون الخلية من كتله بروتوبلازمية التي تمثل الاساس الطبيعي للحياة محاطه بغشاء وتحتوي على شبكه من القنوات تتخلل السيتوبلازم . والبروتوبلازم ماده عديمه اللون شفافه اكثر كثافه من الماء ويدخل الماء في تركيبها بنسبه تصل الى ( ٧٠-٨٠ % ) وما تبقى مواد بروتينية وكربوهيدراتية ودهون واملاح , وتتغير سيوله البروتوبلازم بتأثير الحراره والعوامل الاخرى , ويتألف

بروتوبلازم الخلية من جزئين رئيسيين هما السيتوبلازم ( Sytoplasm ) والنواه . يحاط بالسيتوبلازم غشاء رقيق يسمى الغشاء البلازمي وتفصل هذه الاغشية بين اجزاء الخلية المختلفة وتحدث بعض التفاعلات على سطوح هذه الاغشية حيث تلتصق بها الانزيمات المشتركة في التفاعلات . ان التراكيب الخلوية العديدة تقوم بوظائف معينة متخصصة ومعقدة تدعى العضيات ( organelles ) . وفيما يأتي وصف لتركيب ووظائف خلية عامه تحتوي على جميع المكونات في الكائنات الحية , شكل (١) و(٢) و (٣):

### جدار الخلية cell wall

يحيط الخلية جدار يفصلها عن المحيط الخارجي , ويحافظ على شكلها المورفولوجي وكيانها الوظيفي حيث يبقي مائه البروتوبلازم محافظه على تركيبها , ويكون جدار الخلية صلب ويتكون غالبا من السيليلوز ( كمافي الخلايا النباتية ) .

### غشاء الخلية cell membrane

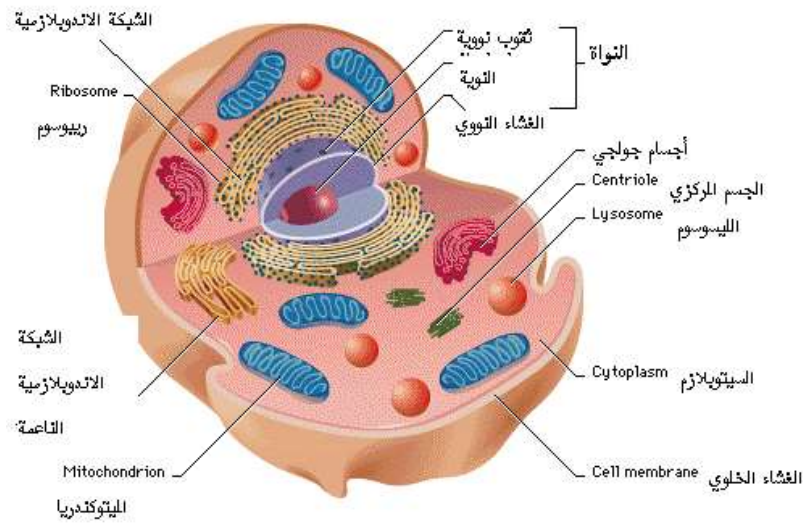
هو غشاء رقيق جدا سمكه حوالي ( ٠,٠٧ ) ميكروميتر يتكون من مواد دهنية فوسفاتية وكميات قليلة من الكولسترول , وكذلك مواد بروتينية بنسبة عالية ( ٥٠ – ٧٠ %) معظمها انزيمات لها علاقة بعبور المواد خلال الغشاء وبعض السكريات .

للغشاء خواص نفاذية حيث يحوى على ثقب دقيقة جدا تمر خلالها جزيئات الماء و الأيونات , ويحيط الغشاء البلازمي بمحتويات الخلية ويقوم بتنظيم عملية مرور المحاليل الكيميائية والماء من والى الخلية ويمثل الغشاء الخلوى الحدود الخارجية للخلية .

### الوظائف الأساسية لغشاء الخلية

- تحديد شكل الخلية وفصل مكوناتها
- التماس مع أسطح الخلايا الأخرى

- تزويد الخلايا بمستقبلات لمواد كيميائية (الهرمونات و الأنزيمات والأجسام المضادة)  
 - ضبط خروج ودخول المواد من وإلى الخلية حيث يعد الغشاء الخلوي انتقائي النفاذية - فد تحمل أسطح الغشاء الخلوي نتوءات دقيقة (microvilli) تساعد في زيادة سطح مساحة النسيج المعنى بعمليات الأمتصاص أو النقل أو اهدابا ( cilla ) تساعد في تحريك المواد على اسطح الخلايا كما في بطانه المجرى التنفسي او اسواطا ( flagellum ) تساهم في تحريك الخلايا كما في الحيوانات المنويه . .



شكل رقم (١) نموذج لخلية بشرية

## الاهداب microvilli او الاسواط flagella

هى امتدادات لغشاء الخلية وهى ليست عامه الوجود فى جميع الخلايا ولكن بعض الخلايا تحوى عليها , كالخلايا المخاطيه المبطنه للمجاري التنفسيه واقنيه الاذن الداخليه وقنوات الصفراء .  
لها تركيب متشابه فهى تحتوى على تسعه الياف مزدوجه من الخارج اضافة الى زوج واحد فى الوسط كما توجد عند قاعده كل هذب او سوط جسم فاتح اللون يدعى بالحبيبه القاعديه ( basal grounnule ) .

## النواة Nucleus

هى كتله بروتوبلازميه اكثر كثافه من السائتوبلازم وتظهر بشكل جسم كروي او كلوى غير منتظم تقع وسط الخلية او فى حافتها , وتوجد فى الخلية عاده نواه واحده او اكثر .  
تعد النواه مركز السيطرة فى صنع المواد المختلفه فى السائتوبلازم بالاضافه الى دورها فى نقل الصفات الوراثيه من جيل الى اخر وهناك توازن بين النواة والسائتوبلازم ولا يمكن لاحدهما الاستغناء عن الاخر .  
توجد فى النواه كتله كرويه كثيفه حبيبيه تدعى النويه ( nucleolus ) وخيوط رقيقه كروماتينيه تسبح فى السائل النووى , ويحيط بالنواه غشاء ذو طبقتين .  
تتكون النويه من الحامض النووى الرايبوزي ( RNA ) بصوره رئيسيه , اما الخيوط الكروماتينيه تتكون من الكروموسومات وتتكون من (DNA) وبعض البروتينات القاعديه .  
توجد فى السائل النووى مواد ذائبه مثل البروتينات والاحماض الامينيه ومواد اوليه لصنع الاحماض النوويه اضافة الى الاملاح والانزيمات الضروريه لصناعه الاحماض النوويه ( RNA و DNA )  
تشارك اكثر البروتينات فى صنع الاحماض النوويه بالاضافه الى الانزيمات المشتركه فى التنفس اللاهوائى للخلية , والنواه خاليه تقريبا من الانزيمات التنفسيه الهوائيه ويحمل الغشاء النووى عده ثقب التى لها دور فعال فى نقل المواد من الخلية الى السائتوبلازم .



## السائتوبلازم cytoplasm

هو الجزء المحصور بين غشاء الخلية والنواه , ويحوي على المحتويات الحيه وغير الحيه فى الخليه:

### المحتويات الحيه وتشمل ماياتى:

#### - الشبكه البلازميه Endoplasmic reticulum

تظهر فى السائتوبلازم بشكل شبكه من الاقنيه الغشائيه المزدوجه تصل الغشاء البلازمى بالنواه ومن الفجوات المتصله مع بعضها , وتختلف اقطارها حسب حاله الوظيفيه ونوع الخلايا وغالبا ما تكون موازيه لبعضها مكونه شبكه شبه دوائر حول النواه , وتحاط هذه الاقنيه بغشاء له نفس التركيب الاساسى للغشاء البلازمى وهذه الاغشيه تقسم السائتوبلازم الى ماده محصوره داخل الاقنيه والفجوات وماده خارجها تدعى الهيلوبلازم , وتحتوى الاغشيه الاندوبلازميه على انزيمات تقوم ببناء الكلاوجين وصنع الكوليسترول والمواد الشحميه .

#### وظائف الشبكه الاندوبلازميه

- توفير سطوح للاتصاق بالانزيمات المشتركه فى فعاليات الخليه
- تشترك فى صنع وتمثيل المواد المختلفه كالدھون
- نقل المواد من اعماق الخليه الى السطح والعكس
- تكون سطوح اغشيتها محلا للاتصاق الرايوسومات
- تقوم بعض اجزائها بنقل التغييرات الكهربائيه من الغشاء البلازمي الى اعماق الليف العضلى حيث توجد الليفات التى تقوم بعمليه النقل العضلى .

#### - الرايوسومات

هى تراكيب دقيقه توجد فى الغالب على بعض اغشيه الشبكه البلازميه الداخليه , وتكون على شكل جسيمات كرويه كثيره العدد تلتصق بالسطح الخارجى للشبكه الاندوبلازميه وتعطى مظهرا خشن لاغشيه هذه

الشبكة وبعضها يوجد في الهيولوبلازم , تحتوي على مواد بروتينية ودهنية وتعد مركزا لبناء المواد البروتينية داخل الخلية .  
الرايبوسومات غنية بالحامض النووي الرايبوزي RNA حيث تحتوي على ( ٥٠-٦٠ % ) من الكمية الكلية لهذه المادة في الخلية في حين تشكل هذه ( ١٥-٢٠ % ) من كتلة الخلية . والرايبوسومات محبة للقاعديه لاحتوائها الحامض النووي الرايبوزي .  
تختلف اعدادها من نوع الى اخر في الخلايا ودرجه فعاليه الخليه وتكون كثيره في الخلايا الافرازيه (secretary).

### - المايٲوكونډريا (بيوت الطاقة) mitochondria

هي اجسام كرويه او بيضويه او خيطيه تتباين كثيرا في القطر والطول , ويعتمد ذلك على حاله الوظيفيه للخليه و يبلغ طولها (١ - ٥) ميكرومتر وسمكها (٠.٥) ميكرومتر وعددها في الخليه الواحده يصل الى بضع مئات , وهناك علاقته موجه بين عدد المايٲوكونډريا وفاعليه الخليه لانها تحوى على الانزيمات التنفسيه التي تقوم باكسده المواده الغذائيه لتحرير الطاقه .

توجد مغموره في السايٲوبلازم بشكل تراكيب صغيره تشبه حبات القمح او القطنان وتتجمع احيانا حول النواه او تتجمع بالقرب من الوصلات العصبيه (synapses) في الخلايا العصبيه وبالقرب من قاعده الخليه المفرزه وذلك لاحتوائها على الانزيمات الضروريه لتحرير الطاقه المهمه في حدوث الفعاليات الحيويه لنقل الحافز العصبى وصنع وافراز المواد .

يحيط المايٲوكونډريا جدار يتالف من غشائين يمتد الغشاء الداخلى على شكل صفائح , وتحتوى على مواد الطاقه اللازمه للخليه كالمواد الزلاليه الذائبه والكلاوجين والمواد الدهنيه و الفوسفور وغيرها .

### وتتكون المايٲوكونډريا من :

٦٥ - ٧٠% بروتينات

٢٥ - ٣٠% ليبيدات (دهون)

٥% كميات قليله من RNA

ومعظم بروتيناتها هي انزيمات تشترك في عملية التنفس الهوائى (earobic respiration) والوظيفه الاساسيه لها امداد الخليه بالطاقه (ATP) المستخرجه من سكريات الخليه .  
ان اكثر من ٩٠% من الطاقه التى تستخدمها الخلايا مصدرها التنفس الهوائى وبما ان الانزيمات الضرورية لحدوث هذه العمليه موجوده فى المايكوكونديريا لذا سميت بيوت الطاقه للخليه (power houses of the cells).

### - جهاز كولجى golgi apparatus

هو جهاز افرازى يختلف في الشكل والحجم من خليه الى اخرى يقع قرب النواه و يكون بشكل طبقات لاكياس محاطه باغشيه ملساء مرصوفه بعضها فوق الاخر, ويكثر فى الخلايا الافرازيه ( الغدد اللعابيه والبنكرياس ) وله تركيب قنوى مع وجود اكياس ذات احجام مختلفه واغشيه ملساء لعدم احتوائه على الرايبوسومات .  
ان جهاز كولجى مختلف فى التكوين فهو صغير الحجم فى الالياف العضليه وكبير فى الخلايا ذات الفعاليه الافرازيه و يحوى على نسبه عاليه من اللييدات واللييدات البروتينيه وعدد قليل من الانزيمات ولكنه يفتقر الى الاحماض النوويه.

تظهر اجسام كولجى على شكل حويصلات مضغوطه فى وسطها وتتصل مع بعضها بوساطه خيوط تسمى الخيوط الشبكيه واهم وظائفها تكوين الانزيمات والهرمونات وتساعد فى افراز وتخليق السكريات خاصه التى تتحد مع بروتينات الخليه .

### - الجسم المركزى (centriole)

يوجد فى جميع انواع الخلايا قطره ( ٠.٢ ) ميكرومتر ويظهر على شكل جسم كروى صغير قرب النواه , لايرى الا اثناء الانقسام حيث ينقسم الى نصفين يتجه كل منها الى احد قطبى الخليه , وهو عباره عن اسطوانه قصيره لها تركيب مشابه للاهداب من حيث التركيب مدعوم ب ( ٩ ) ازواج من الالياف المزدوجه , وللجسم المركزى تاثير فى تحرك الكروموسومات نحو نصفي الخليه اثناء انقسامها ولايوجد فى معظم الخلايا النباتيه .

### - الليفات fibrullous

هي تراكيب خيطيه دقيقه جدا توجد فى الخلايا المتخصصة كالخلايا العضليه بشكل خيوط طويله ولها اهميه كبيره فى تقلص وانبساط العضله , وتكون فى الخلايا العصبية بشكل مبعثر او شبكيه وتقوم بنقل الابعاز العصبى فيها .

### - الجسم الحال الايسوسوم lysosomes

جسم كروي الشكل يبلغ قطره ( ٠.٢٥ - ٠.٨ ) مايكرومتر محاط بغشاء رقيق ومملوء بالحبيبات ويحتوى على الانزيمات التى تساعد على التحلل المائى (hydrolisis) لعدد كبير من المواد , حيث يحتوى على انزيمات تساعد على هضم المواد البروتينيه بالاضافه الى كميات كثيره من الفوسفات الحامضى (acid phosphatase) الذى يساعد فى التحليل المائى للمركبات الفوسفاتيه ذات الطاقه العاليه ATP و ADP . يظهر بشكل اكياس غشائيه تحتوى على انزيمات محله تقوم بتحليل المواد العضويه لذا يكون وجوده فى خلايا الكبد والامعاء الدقيقه , ولهذه الانزيمات مفعول قوي فى هدم وتحليل المركبات العضويه فى السايوتوبلازم ولكن جدار الاليسوسومات يحول دون ذلك لان الحاله العكس تحطم الخليه , وان الانجماد المائى يمزق اغشيه هذه الاجسام ويسرب ما تحويه من انزيمات من السايوتوبلازم , وقد تتحلل تلقائيا لاسباب غير معروفه فى بعض الخلايا (autolysis) وهذا ذو فائده فى ازاله الخلايا التى تصبح عبئا على الخلايا المجاوره .

### - البلاستيدات plastids

هى اجسام برتوبلازميه صغيره توجد فى السايوتوبلازم ( توجد فى الخلايا النباتيه فقط ) وتكون صغيره الحجم فى النباتات الراقبه ومنتظمه الشكل وعلى ثلاث انواع , شكل (٣) :

**البلاستيدات الخضراء** توجد فى النباتات الحيه المعرضه للضوء فى الاوراق والسيقان وتوجد فيها ماده اليخضور ( الكلوروفيل ) حيث يقوم النبات بوظيفه التركيب الضوئى بواسطتها واستغلال الطاقه الشمسيه .

البلاستيدات الملونه وهى اجسام صغيره ذات الوان واشكال مختلفه توجد فى جذور النباتات وفى الثمار وقد تتحول البلاستيدات الملونه من لون الى اخر حسب تغير الظروف .  
البلاستيدات عديمه اللون توجد فى الاجزاء النباتيه غير الملونه البعيده عن الضوء (البطاطا) تحول هذه البلاستيدات المواد السكريه الذائبه الى حبيبات نشويه غير قابله للذوبان وصالحه للخرن داخل الخلايا .

### المحتويات غير الحيه فى الساييتوبلازم Cell inclusions

تشمل المواد التي تتكون في الساييتوبلازم نتيجة الفعاليات الحويه للخليه وهي مواد مختلفه وقد تكون بشكل حبيبات او بلورات او مواد غير حيه توجد بشكل اجسام صلبه او شبه صلبه او دهنيه ومن هذه المواد ماياتي :

#### - الحبيبات النشويه glycogen

هى مواد كربوهيدراتيه مخزونه فى النباتات , وهناك مواد كربوهيدراتيه اخرى مخزونه فى الخلايا الحيوانيه يطلق عليها النشا الحيوانى (الكلاكوجين) كما تكون مخزونه فى الكبد والخلايا العضليه .

#### - الحبيبات الصبغيه (Melanin)

هى تراكيب حبيبيه يعزى لها تلون الجلد والشعر والعيون في الفقريات كذلك توجد فى خلايا النباتات .

#### - القطيرات الزيتيه

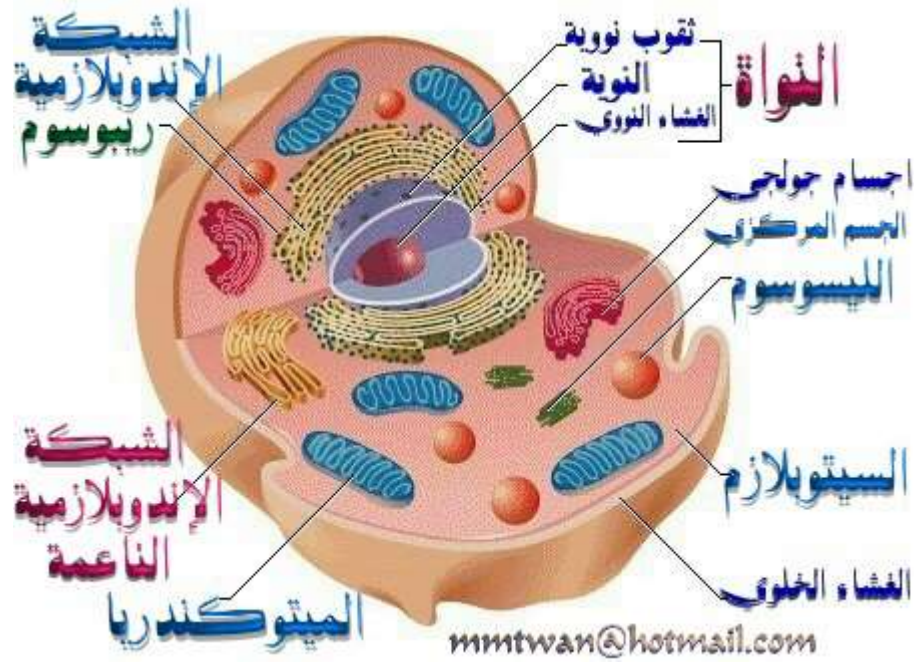
توجد فى الخلايا الدهنيه بشكل زيوت طياره او دهنيه ثابتة تستخدم كاحتياطي للطاقيه , والزيوت الطياره يعزى اليها الروائح العطره في النباتات كما في الورد والليمون وغيرها كالمواد المخاطيه (Mucus) التي توجد فى الخلايا التي تبطن جهاز الهضم والتنفس وتعمل على حمايه وتليين ممرات هذين الجهازين .

## - البلورات

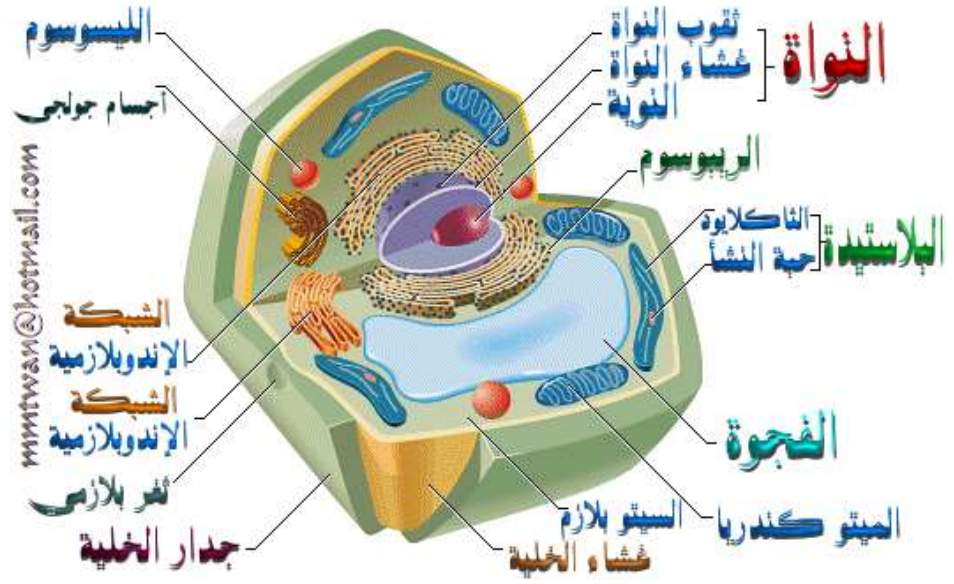
توجد بعض املاح المواد اللاعضوية مترسبه فى سايتوبلازم بعض الخلايا بشكل بلورات وبعضها يتخذ اشكالا هندسيه ثابتة كالبورات القضيبية والنجميه.

## - الفجوات الخلية vacuoles

هى عباره عن فجوات صغيره تحتوى على العصير الخلى الذى يتركب من الاملاح المعدنيه والمواد السكرية وبعض الاحماض العضويه ومواد دهنيه وبروتينيه ذائبه ومواد صبغيه , ولهذا فان الفجوات الخلية يمكن اعتبارها مخازن مؤقتة لتجمع النفايات الخلية .



شكل رقم (٢) نموذج لخلية حيوانيه



شكل رقم (٣) نموذج لخلية نباتيه





## الفصل الثاني

### فسيولوجيا الجهاز العصبي

#### المبحث الاول

#### تركيب الجهاز العصبي واجزائه

الخلية العصبية *nervous cell*

الخلايا الجيلاتينية ( الدبقية ) *Glial Cell*

انواع الخلايا الجيلاتينية

الجهاز العصبي المركزي *central n. System*

الجهاز العصبي الطرفي المحيطي *Peripheral nervous. system*

- الأعصاب المخية الدماغية *Cranial:nerves*

- الأعصاب الشوكية ( *spinal nerves* )

- الأعصاب الحسية (الواردة) *Peripheral sensory nerves*

- الأعصاب الحركية (الصادرة) *Peripheral motor nerves*

- الجهاز العصبي الذاتي ( التلقائي ) *Autonomous Nervous*

*System*

#### المبحث الثاني

#### تأثير التدريب على الجهاز العصبي

فسيولوجيا الجهاز العصبي وأسس و قوانين التوافق الحركي

التحكم في وضع الجسم أثناء الحركة

التمارين الرياضية و وظيفة الجهاز العصبي

أسس و قوانين التوافق الحركي

المعلومات الخارجيه والداخليه

العلاقة المتبادله في الاداء الحركي

الحواس والرياضه

عمل ونشاط الاجهزه الحسيه

الاسس الفسيولوجيه للمهاره الحركيه

المهارات الحركيه (الخبرات)

مراحل تكوين المهارات الحركيه



## المبحث الاول تركيب الجهاز العصبي واجزائه

### الجهاز العصبي Nervous System

يعد الجهاز العصبي من اهم اجهزة الجسم , وهو معقد التركيب ويتحكم في عمل كافة الاجهزه الجسمية .

يتكون الجهاز العصبي من جزئين:

- الجهاز العصبي المركزي **central nervous system**

- الجهاز العصبي المحيطي **Peripheral nervous system**

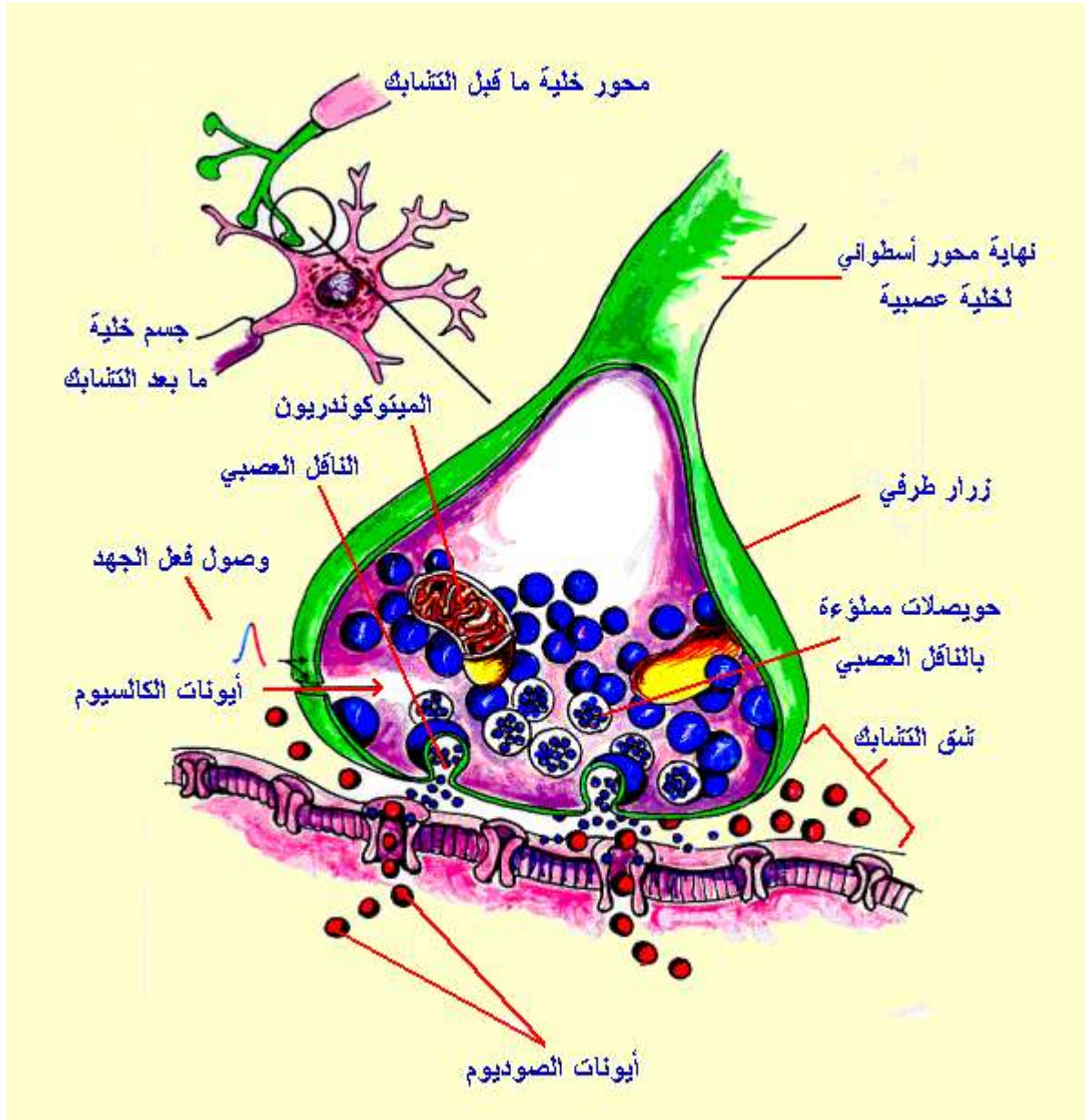
تعد الخلية العصبية **Neuron** وحدة البناء والوظيفه في الجهاز العصبي والجهاز العصبي في الانسان يتكون من نوعين من الخلايا العصبونات والخلايا الجيلاتينية .

### الخلية العصبية nervous cell

يبلغ حجم الخلية العصبية (٥- ١٣٠ جزء من الألف / ملم) وتكون على أشكال مختلفة , وتتكون من جسم الخلية الذي يحوي على نواة وتبرز من سطحه امتداد واحد أو امتدادان أو أكثر , وهذه الامتدادات تشبه الجذور وتسمى **بالألياف الشبكية** وان واحداً فقط منها طويل وأسطواني الشكل يسمى (**المحور Axon**) وهذه هي الألياف العصبية التي لها علاقه في استقبال ونقل الاشارات الكهربائيه , وان حزمة هذه الجذور هي بالحقيقة الأعصاب التي تتميز بطولها وعادةً تتصل هذه الأعصاب بأعضاء الحس أو ألياف العضلات وبذلك تستطيع أن تنقل الأحاسيس (الحرارة, والألم , الذوق , الضوء , الشم أو تنظيم حركات العضلات ) بأوامر تصدر من المخ أثناء النشاط البدني .

يستقبل جسم العصبون الاشارات العصبية من العصبونات الاخرى عن طريق هذه الامتدادات من جسم عصبون اخر او من محور عصبون اخر عن طريق **مشابك (Synapsis)** كما في الشكل (٤) , والمشابك هي مناطق التقاء الامتدادات العصبونية او محور العصبون مع جسم خلية عصبون اخر لنقل الاشارات العصبية عن طريق النواقل العصبية

( المواد الكيمياويه ) مثل (الاستيل كولين والادرنايين والنور ادرنايين  
وغيرها) .



شكل رقم (٤) المشبك العصبى

## المحور Axon

يعد الجزء المركزي (المحور الاسطواناني) هو الامتداد الحقيقي للخلية العصبية لأن الدفعات العصبية تمر خلاله ومحور العصبون هو امتداد يخرج من جسم الخلية ويقوم بنقل الاشارات العصبية من العصبون , شكل (٥) و(٦) .

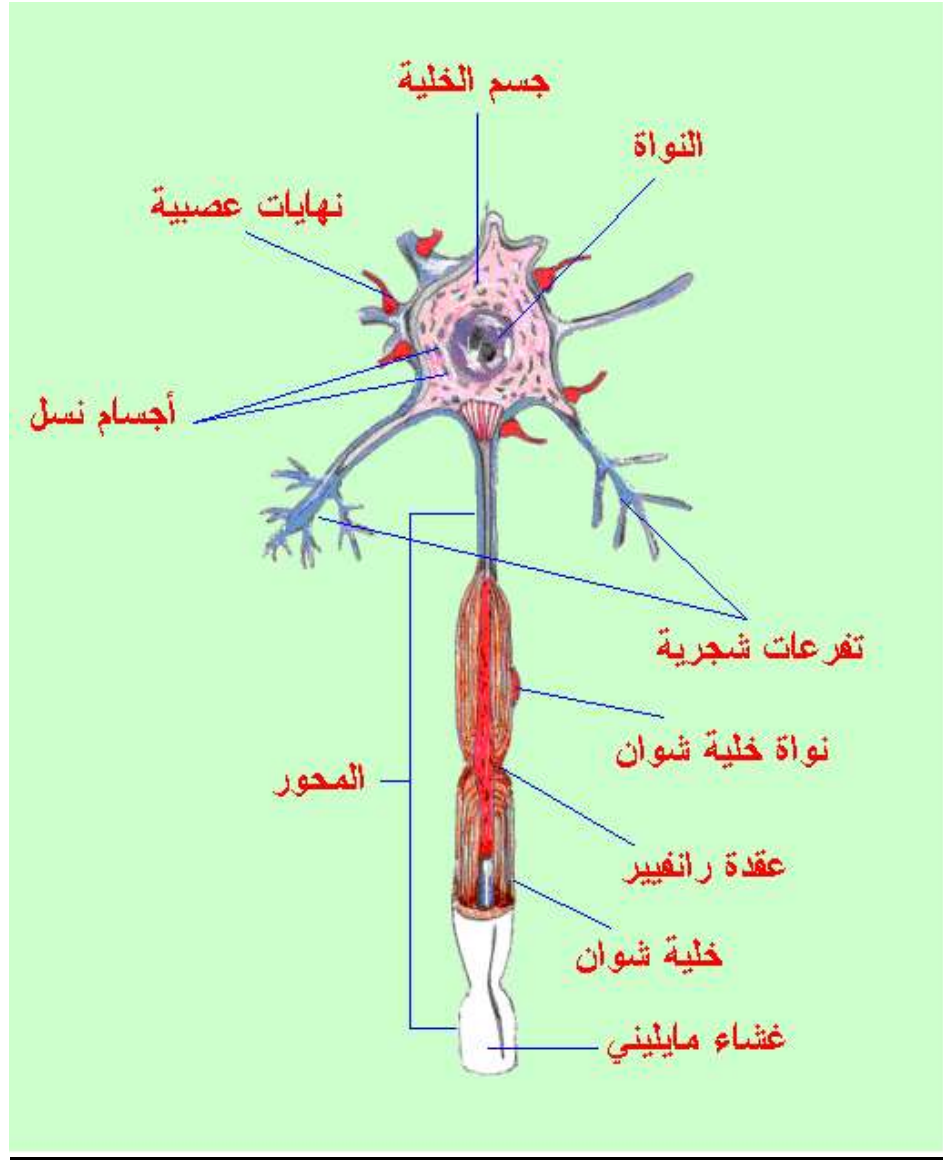
يغلف المحور من الخارج صفائح النخاعين ( Myelin Sheaths ) وهي مادة عازله للمحور وضروريه لنقل الاشارات العصبية وتنتج هذه المادة من الخلايا الجيلاتينية قليلة التغصنات في الجهاز العصبي المركزي اما في الجهاز العصبي المحيطي فتنتج في خلايا شوان ( Schwann ).

تتجمع اجسام العصبونات على شكل مجاميع تسمى بالنواة او العقده ( Ganglion ) وتتجمع محاور العصبونات لتكون الاعصاب التي تنقسم حسب موقعها من العقده الى :

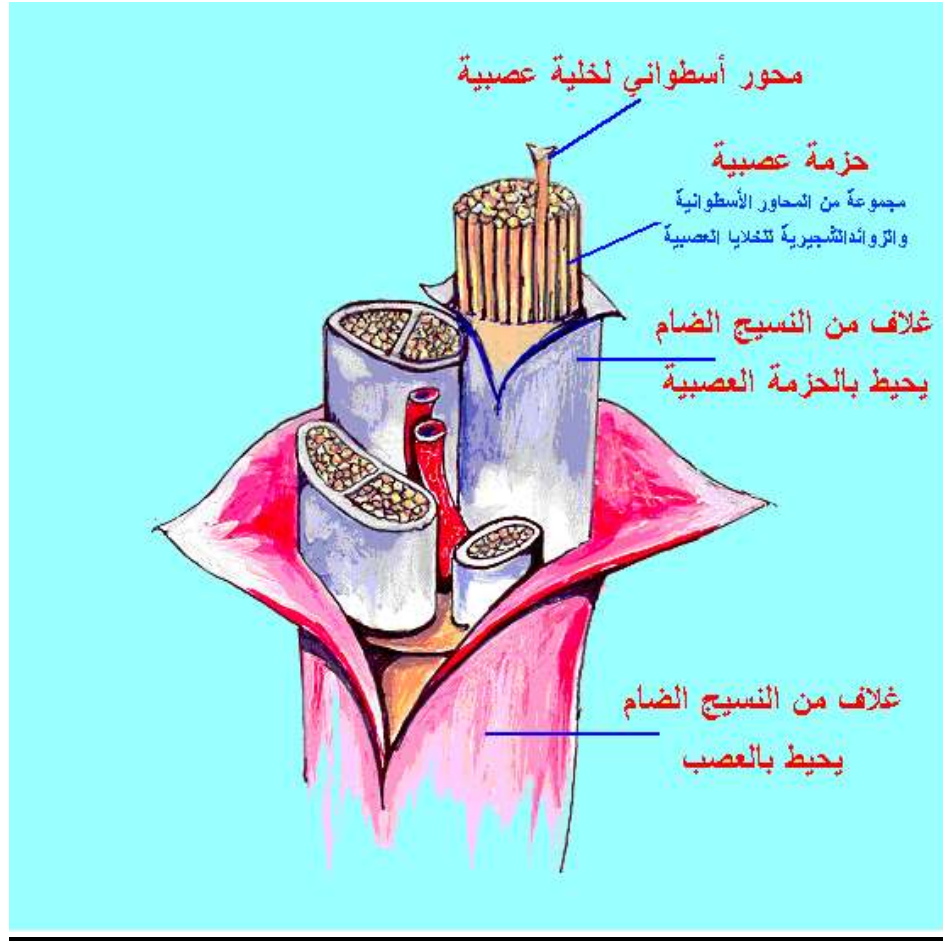
- اعصاب ماقبل العقده

- اعصاب مابعد العقده

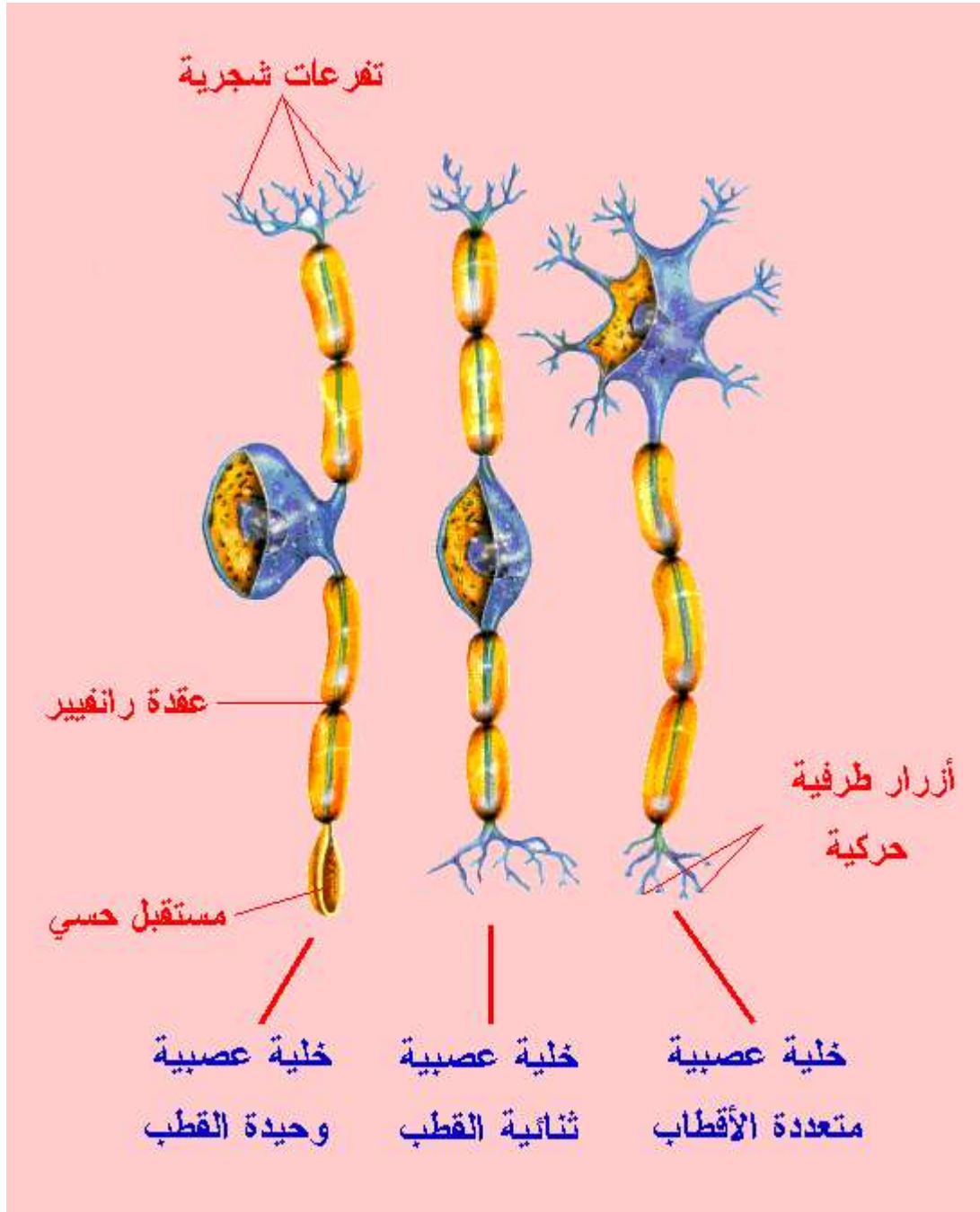
تتشابك اعصاب ( محاور اجسام العصبونات ) ماقبل العقده مع اجسام العصبونات مابعد العقده خلال المشابك في العقد لنقل الاشارات العصبية .



شكل رقم (٥) يبين تركيب الخلية العصبية



شكل رقم (٦) يبين تركيب العصب



شكل رقم (٧) يبين انواع الخلايا العصبية



## الخلايا الجيلاتينية ( الدبقية ) Glial Cell

سميت بهذا الاسم المشتق من اللاتينية (Glia) جليا الغراء او الصمغ لاعتقادهم بأن عملها الاساسي هو الربط بين العصبونات , وتعد خلايا مسانده للعصبونات لانتشارك في نقل الاشارات العصبية الكهربائيه وهي اكبر الخلايا العصبية عددا وتشكل عشرة اضعاف عدد العصبونات في الجهاز العصبي وحجمها ١٠/١ اجم العصبون لذا فهما يشغلان نفس الحيز في الجهاز العصبي .

## وظائف الخلايا الجيلاتينية

- تعمل سند ودعامه للعصبونات
- عازله للشحنات الكهربائيه بين العصبونات وبين المشابك
- تزيل الخلايا التالفه والميته
- تفرز مواد محفزه لنمو العصبونات
- تحافظ على التركيبه الأيونيه الكهربائيه للسوائل خارج العصبونات

## انواع الخلايا الجيلاتينية

تشمل ( الخلايا النجميه , الخلايا قليلة التشعبات , الخلايا الصغيره , خلايا شوان ) , شكل (٨)

## - الخلايا النجميه Astrocyts

- سميت بهذا الاسم لكثرة تشعباتها البارزه للخارج من الخليه , وهي اكبر الخلايا الجيلاتينية حجما واهم ميزاتها :
- تشعباتها تربط بين الاوعيه الدمويه والعصبونات لنقل الغذاء اليها
- لها الفدره على تحويل الكلوكوز الى اللاكتات لخزنه واستخدامه عند الحاجه لمد العصبونات بالطاقه .
- تساهم الخلايا النجميه في ازالة الشحنات الكهربائيه الفائضه في السائل خارج العصبونات للمحافظه على المحيط الأيوني المناسب لنقل الاشارات العصبية .

- لها دور مع الخلايا الجيلاتينية الصغيره في افراز مواد محفزه لنمو العصبونات بعد تلفها .

### الخلايا قليلة التشعبات Oligodendrocytes

تعمل على تكوين طبقه عازله تحيط بالعصبونات في الجهاز العصبي المركزي وذلك عن طريق التشعبات الصادره عنها التي تلتف حول العصبونات لعزل الشحنات الكهربائيه التي تنتقل في الاعصاب عن بعضها حتى لا تؤثر احدهما على الاخرى .

### الخلايا الصغيره Microglia

هي اصغر الخلايا الجيلاتينية حجما , وتعمل على ازالة الخلايا التالفه في الجهاز العصبي ويعتقد انها مسؤوله عن تجدد الخلايا التالفه وتساعد في نمو العصبونات .

### خلايا شوان Schwann

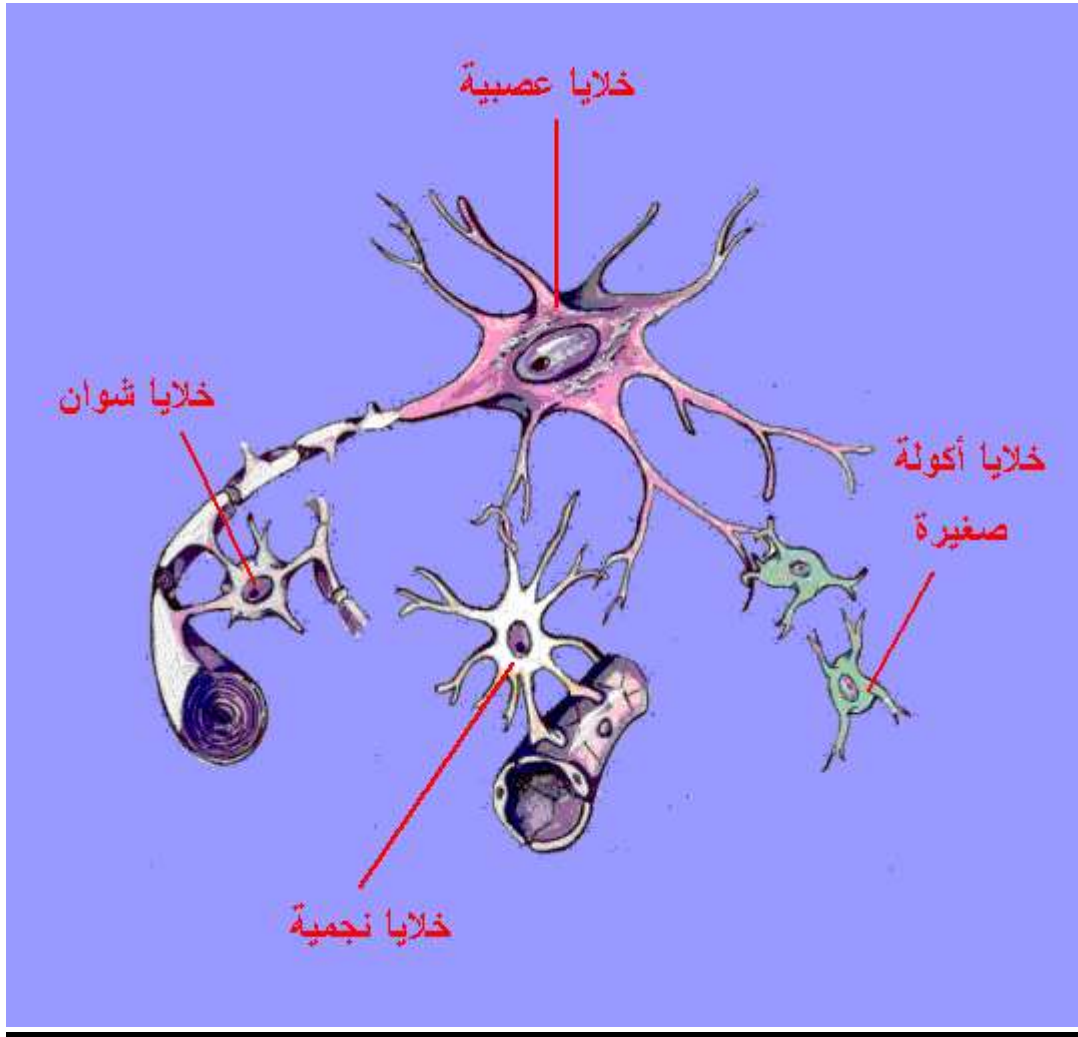
تتكون هذه الخلايا بشكل اساسي من الشحوم والتي تعطيها صفتها العازله للشحنات الكهربائيه , وهي نظيرة الخلايا قليلة التغصنات في الجهاز العصبي المحيطي واهم وظائفها .:

- مسؤوله عن تكوين الطبقة العازله لصفائح المايلين في الجهاز العصبي المحيطي

- تساعد في سرعة انتقال الشحنات الكهربائيه في العصبونات

- لها دور في نمو العصبونات بعد تلفها

تحيط خلايا شوان بنفسها احاطه تامه حول العصبون بعكس الخلايا قليلة التغصنات في الجهاز العصبي المركزي.



شكل رقم (٨) يبين انواع الخلايا الجيلاتينية

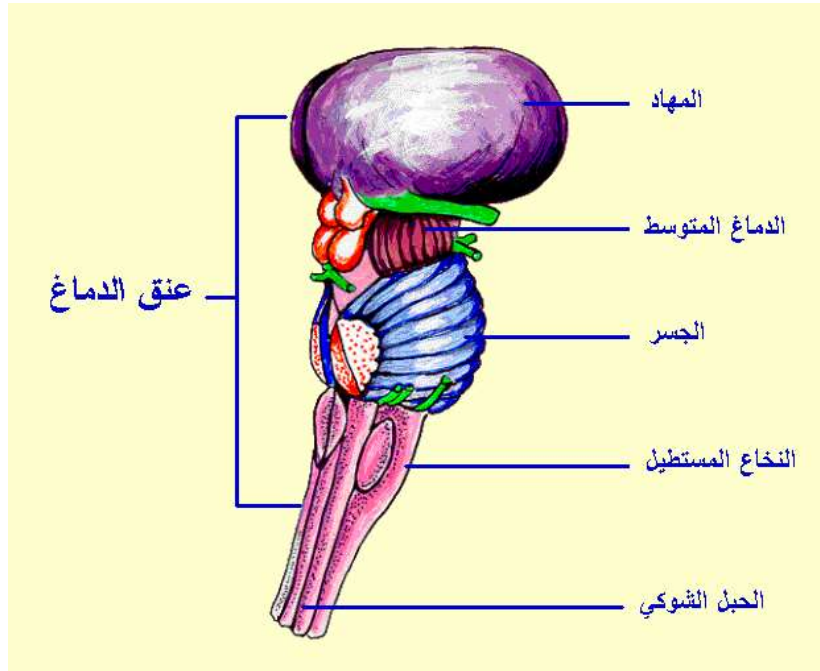
## الجهاز العصبي المركزي central nervous System

يعد الجهاز العصبي المركزي مركزا لاصدار الاوامر في الجسم اذ يتم بداخله التفاعلات المعقدة ومعالجة الاحساسات الناتجة عن الاثاره ويؤدي وظائف ذهنيه كثيره .

يتكون الجهاز العصبي المركزي من :

- الدماغ ( Brain ) الذي يستقر في الجمجمه
  - النخاع الشوكي ( Spina cord ) في العمود الفقري , شكل ( ٩ ) .
- يتكون الدماغ من:

- المخ Cerebrain
- الدماغ الاوسط Midbrain
- الجسر Pons
- النخاع المستطيل



شكل رقم (٩) يبين مكونات الجهاز العصبي المركزي

## - المخ Cerebrain

يقسم المخ شق طولي انسي الي نصفين غير منفصلين ايمن وايسر , ويتحكم النصف الايمن بالجانب الايسر من الجسم والنصف الايسر يتحكم بالجانب الايمن من الجسم وذلك لتقاطع الاعصاب الدماغيه واحدهما يكون نصف الكره المخي المسيطر .

توجد في المخ اجسام العصبونات في الطبقة الخارجيه ( قشرة المخ) ويكون لونها رمادي اما محاور العصبونات يكون لونها ابيض وتوجد في داخل المخ , وفي المادة البيضاء يوجد تجمع لاجسام العصبونات تسمى بالنواة او العقده , اما في الحبل الشوكي يكون العكس أي المادة البيضاء ( المحاور) في الخارج والمادده الرماديه ( الاجسام) في الداخل .تكون المادة الرماديه في المخ على شكل تلافيف لتزيد من المساحة السطحيه للمخ وتوجد بينها شقوق , شكل ( ١٠) .

**ينقسم كل من نصف الكره المخي في سطحه الخارجي الى اربعة فصوص:**

### - الفص الجبهي

يتحكم في الانفعالات والعواطف والشخصيه كذلك تعلم وممارسة المهارات الحسيه المعقده , ويحتوي الفص الجبهي على التلغيف الجبهي السفلي في الجزء الخلفي منه في نصف الكره المخي المسيطر في منطقة بروكاس المسؤوله عن التكلم .

التلغيف امام الشق المركزي وجدار الشق المركزي الامامي يحتويان على القشره الحركيه المسؤوله عن حركة العضلات الاراديه في الجانب المعاكس من الجسم , في القشره الحركيه تكون اعضاء الجسم ممثله بالمقلوب أي الجزء السفلي من القشره الحركيه يتحكم في اللسان والحنجره والوجه والجزء العلوي يكون منطقة التحكم بعضلات القدم .

### - الفص الجداري

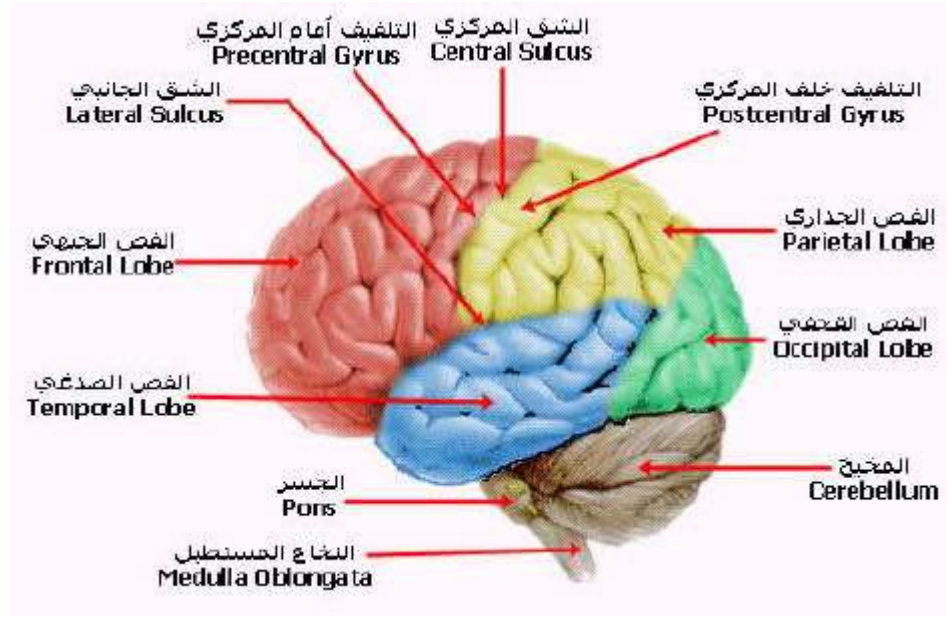
يحتوي على التلغيف خلف المركزي الذي يشترك مع تلغيف الجدار للشق المركزي في مسؤوليه الاحساس في الجانب المعاكس لكونهما يحتويان على القشره الحسيه .

### - الفص الصدغي

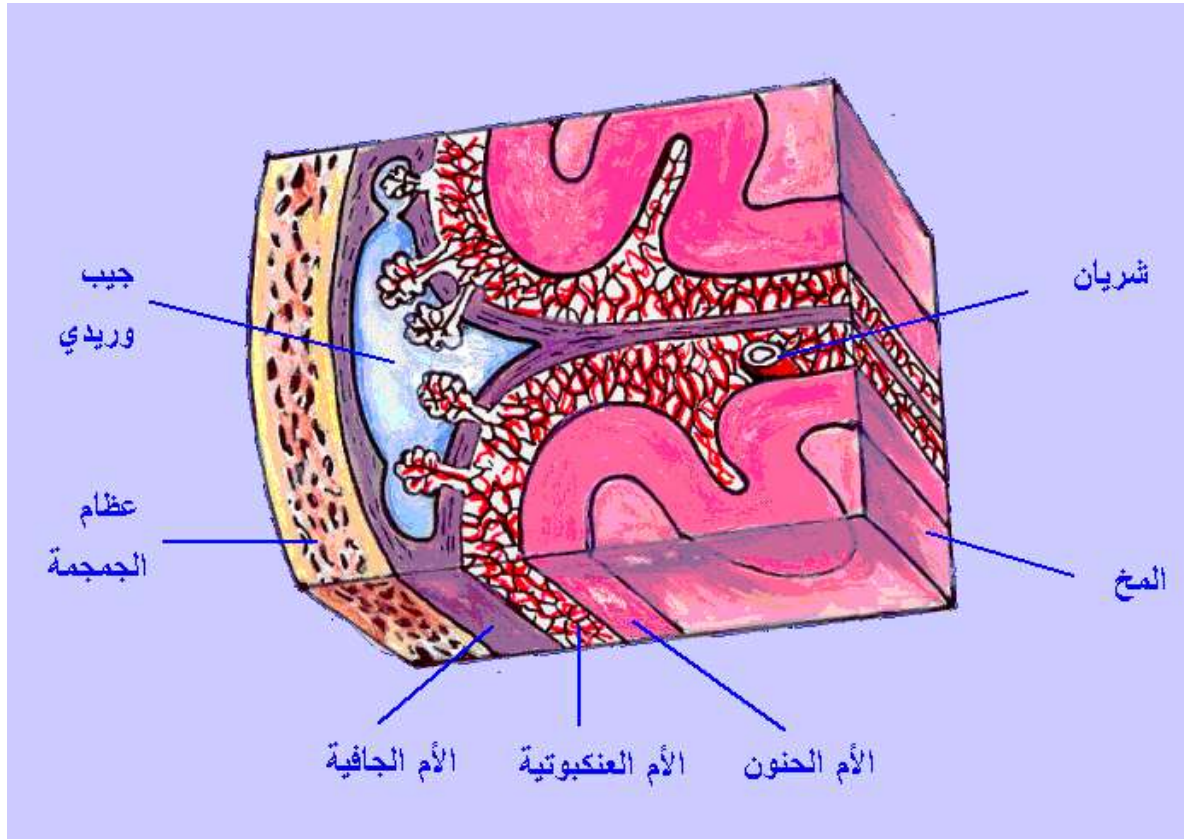
يحتوي على التلفيف الصدغي العلوي مسؤول عن السمع كذلك يحتوي التلفيف المسؤوله عن الذاكره الخاصه بالكلمات المقروءه .

### - الفص المؤخري ( القذالي )

يقع في مؤخرة المخ ويحتوي على مركز الابصار ,ومن الجدير بالذكر ان نصفي المخ ليسا مفصولين تماما بل في الجزء العلوي فقط ويتصلان في السطح الداخلي مع بعضهما بواسطة الجسم الثفني ( محاور عصبية توصل بين مناطق متشابهه في نصفي المخ ) .



شكل رقم (١٠) يبين التلافيف والشقوق الدماغية



شكل رقم ( ١١ ) يبين اغشية الدماغ



## جذع المخ Brainstem

يشمل

- الدماغ الاوسط Midbrain

- الجسر Pons

- النخاع المستطيل Medulla oblogata .

يقع الدماغ الاوسط فوق الجسر والجسر فوق النخاع المستطيل المتصل بالحبل الشوكي وخلفهم المخيخ , شكل ( ١٢ ) .

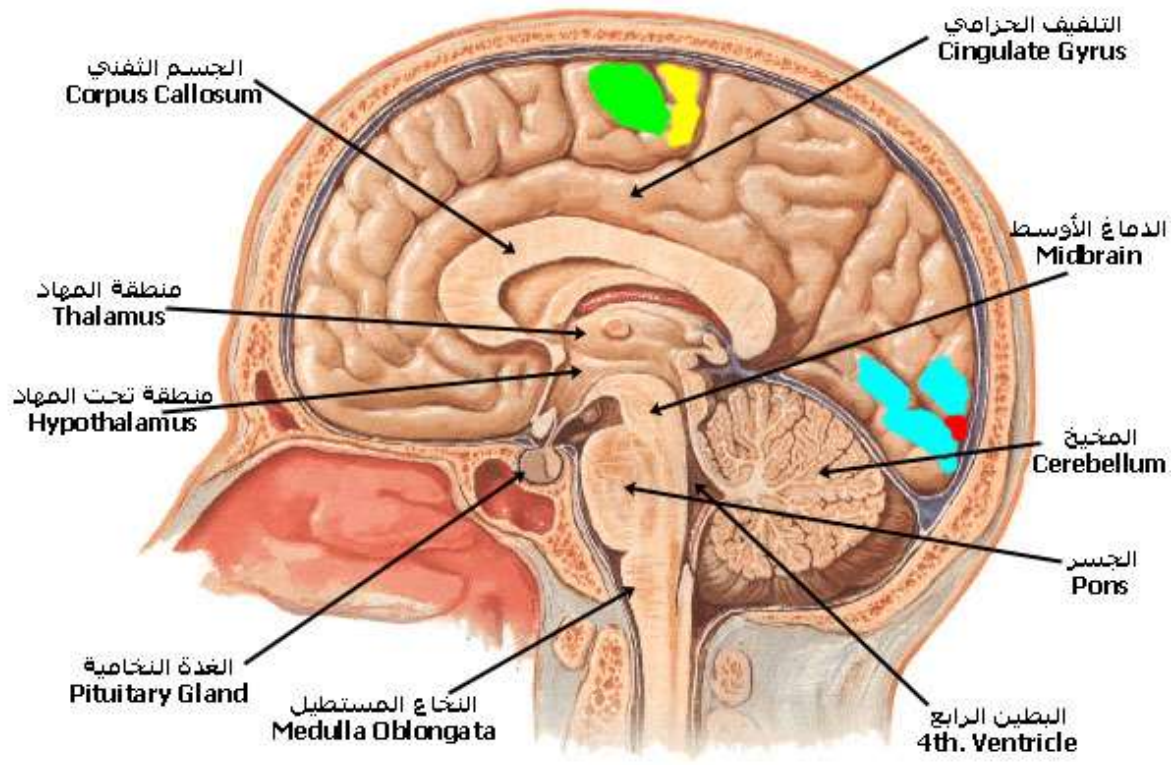
يوجد في الدماغ الاوسط مراكز رد الفعل البصري وكذلك مراكز رد الفعل السمعي ويحوي الدماغ الاوسط كذلك على نواة للاعصاب القحفيه الثالث والرابع والخامس .

ويحتوي الجسر على نواة للاعصاب القحفيه الخامس والسادس والسابع والثامن .

ويحتوي النخاع المستطيل على نواة للاعصاب القحفيه التاسع والعاشر والحادي عشر والثاني عشر .

## المخيخ.Cerebellum.

يتصل المخيخ بجذع الدماغ عن طريق السويقه المخيخيه العلويه والسفليه ويقوم المخيخ بتنظيم حركات العضلات لتكون متناعمه , وكذلك حفظ التوازن والاحساس بوضع الجسم في الفراغ .



شكل رقم (١٢) يبين اجزاء الدماغ

## الحبل الشوكي

يبدأ بعد النخاع المستطيل ويمتد الى الاسفل في القناة الفقريه للعمود الفقري ولحد الفقره القطنيه الثانيه بعدها ينتهي على شكل ذنب الفرس . يحتوي بداخله على ماده الرماديه والتي تتكون من اجسام العصبونات على شكل حرف H والذراع الامامي يسمى القرن الامامي الذي ينشأ منه الجذر الحركي ومنه الاعصاب الحركيه للعضلات , اما الخلفي يسمى بالقرن الخلفي ويكون حسي حيث تدخل الاعصاب الحسيه الاتيه من اعضاء الجسم المختلفه اليه عن طريق الجذر الحسي وعلى الجانب القرن الجانبي الوحشي .

توجد ماده الرماديه في وسط القناة المركزيه وتتكون ماده البيضاء من محاور العصبونات وتحيط بالماده الرماديه في الحبل الشوكي وهي عباره عن الياف عصبيه صاعده التي تحمل المعلومات الحسيه لاجزاء الدماغ اما الالياف العصبيه الهابطه تحمل الاوامر من القشره الحركيه الى القرن الامامي ومنه الى الاعصاب الحركيه عن طريق الجذر الحركي للقيام بحركة الجسم المطلوبه , شكل (١٣) .



شكل رقم ( ١٣ ) يبين الدماغ والحبل الشوكي

## - الجهاز العصبي الطرفي المحيطي Peripheral nervous system

يتضمن الأعصاب التي تتصل بالمخ والنخاع الشوكي وتصل إلى كافة أجزاء الجسم , إذ يشمل الاعصاب المخية (Cranial nerves) والاعصاب الشوكية (spinal nerves) وهذه الاعصاب تقوم بنقل الاثرات الحسية من الجلد وأعضاء الحس إلى المخ والنخاع الشوكي وتسمى بالاعصاب الحسية (censory nerves) , إذ تتجه هذه الإثرات إلى الجهاز العصبي المركزي , أما الاعصاب التي تحمل الإثرات من الجهاز العصبي المركزي إلى العضلات للقيام بالحركة تدعى الاعصاب الحركية (motor nerves) كذلك يشمل الجهاز العصبي الذاتي ( السمبثاوي والباراسمبثاوي ) .

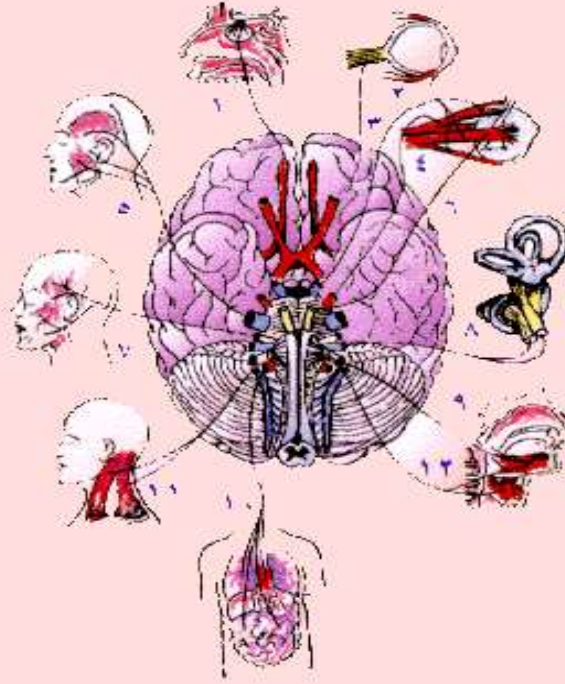
### - الأعصاب المخية الدماغية Cranial nerves

يوجد ١٢ زوج من الأعصاب الدماغية تقع تحت السطح الأسفل للمخ وتطلق الأرقام من ١ - ١٢ على كل زوج منها ابتداء من الأمام إلى الخلف , ولكل عصب أسم معين وتخرج الأعصاب الدماغية من الجمجمة عبر ثقب صغيرة وتمر خلال الأنسجة وتتوزع على الجلد والعضلات والأعضاء الأخرى في الرأس والرقبة وهي:

- ١- العصب الشمي , مسؤول عن الشم
- ٢- العصب البصري , مسؤول عن الابصار.
- ٣- العصب المحرك للعين , الذي يغذي معظم عضلات العين الخارجية ويحمل معه الياف عصبية وديه مسؤوله عن رد فعل العين للضوء وكذلك منعكس تكيف العين.
- ٤- العصب البكري , يغذي عضلة العين المائلة العلويه
- ٥- العصب الثلاثي التوائم , عصب حسي للوجه وفروة الرأس وله الياف حركيه لعضلات المضغ.
- ٦- العصب المبعد , يغذي عضلة العين المستقيمه الوحشيه.
- ٧- العصب الوجهي , يغذي العضلات السطحية للوجه ويحمل الياف حسيه للالم والحراره من الاذن وكذلك للتذوق في اللسان والياف لاوديه للغدد اللعابيه .

- ٨- **العصب السمعي** ( الدهليزي القوقعي) مسؤول عن السمع والتوازن .
- ٩- **العصب اللساني البلعومي** , يحمل الياف حسيه في اللسان ولاوديه للغدد اللعابية كذلك الياف حركيه لعضلات البلعوم.
- ١٠- **العصب التائه ( المبهم )** , يحمل الياف لاوديه لاعضاء الصدر والقلب والجهاز الهضمي وكذلك يحمل الياف حركيه لعضلات الفم والبلعوم والحنجره .
- ١١- **العصب الاضافي** , ويغذي عضلات الحنجره والبلعوم مع العصب المبهم ويغذي عضلات اراديه في الرقبه .
- ١٢- **العصب تحت اللسان** , يحرك اللسان شكل (١٤).
- ومن الملاحظ ان جميع هذه الاعصاب تغذي منطقة الرأس والرقبة ماعدا العصب الحائر (العاشر) فهو مختلط يغذي القلب والرئتين والأمعاء والجهاز التنفسي .

الشكل اترقم (٣): الأعصاب المخية



- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| ١. عصب الشم.            | ٧. العصب الوجهي.           |
| ٢. العصب البصري.        | ٨. العصب السمعي.           |
| ٣. العصب البصري الحركي. | ٩. العصب اللساني البلعومي. |
| ٤. العصب التكري.        | ١٠. العصب الحائر.          |
| ٥. العصب اثلثي التواؤم. | ١١. العصب الشوخي.          |
| ٦. العصب المبعد.        | ١٢. العصب تحت اللساني.     |

شكل رقم ( ١٤ ) يبين الاعصاب الدماغية

## - الأَعصاب الشوكية spinal nerves

تشمل ٣١ زوج من الأعصاب ويمر كل منها خلال القنوات ما بين الفقرات العنقية (بين فقرة المحور والأطلس) أما الزوج السفلي فيمر عبر القناة الشوكية في الفقرات العصبية .  
تخرج الأعصاب الشوكية على شكل أزواج أي واحد من اليمين وآخر من اليسار (زوج حركي وزوج حسي) بواسطة عدة جذور في الحبل الشوكي ولكل عصب جذران أحدهما أمامي والآخر خلفي , الجذور الأمامية تأتي من العمود الأمامي للنخاع الشوكي أما الخلفية من العمود الخلفي وتكون الأمامية (عصبية حركية) أما الخلفية (عصبية حسية) وفي داخل القناة الشوكية يلتحم الجذران الأمامي والخلفي ليكونا عصبياً مختلطاً ثم يغادره من القنوات ما بين الفقرات , إذ تتشكل شبكات عصبية تتبع منها سلاسل عصبية لتغذي جميع أعضاء الجسم وكذلك لنقل المعلومات منها إلى الدماغ , والمناطق التي تخرج منها الأعصاب في الحبل الشوكي تسمى المناطق الشوكية النخاعية وحسب فقره في العمود الفقري وهي كالآتي:

٨ مناطق عنقيه Cervical Segment

( C1 C2 C3 C4 C5 C6 C7 C8 )

12منطقه ظهريه ( صدريه ) Toracic Segment

( T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10 T11 T12 )

5 مناطق قطنيه Lumbar Segment

( L1 L2 L3 L4 L5 )

٥ مناطق عجزيه Sacral Segment

( S1 S2 S3 S4 S5 )

منطقه عصبية Coccygeal Segment

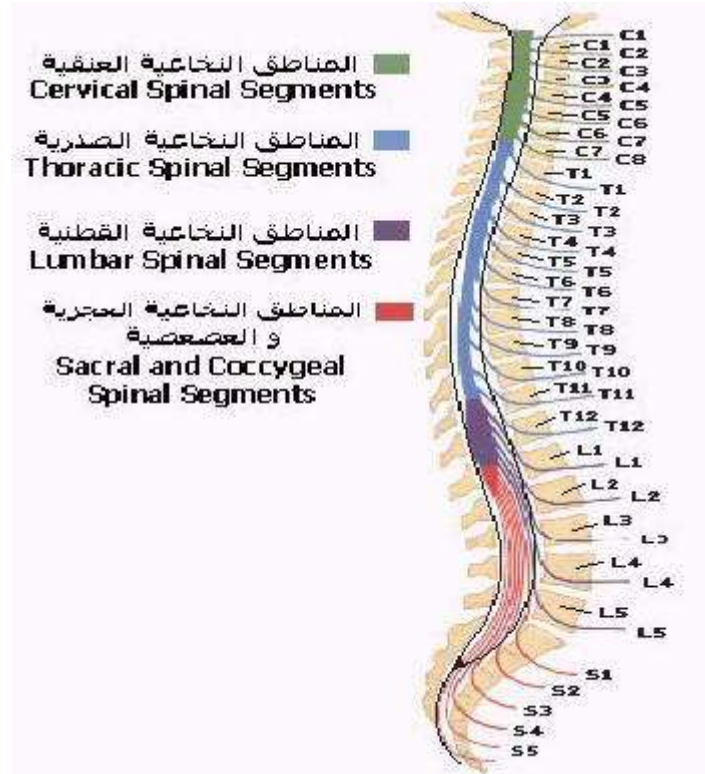
وهذه تمثل عدد الأعصاب الشوكية النخاعية التي تنشأ من الحبل الشوكي , شكل (١٥).



- Peripheral sensory nerves (الواردة) تحمل الرسائل الحسية من الجلد واطعاء الحس إلى المخ والنخاع الشوكي .

- Peripheral motor nerves (الصادرة) تحمل الايعازات إلى العضلات بالحركة من المخ والنخاع الشوكي .

Mixed nerves الإعصاب المختلطة  
اعصاب توجد بكثرة وتحتوي على ألياف (fibres) من النوعين معاً (حسية - حركية motor) وتسمى هذه بالإعصاب المختلطة ( Mixed nerves )



شكل رقم ( ١٥ ) يبين المناطق النخاعية في العمود الفقري

## الجهاز العصبي الذاتي ( التلقائي ) Autonomous Nervous System

هو شبكة من الأعصاب التي تحمل الإشارات من و إلى أجزاء الجسم وتعمل بشكل ذاتي (تلقائي) كما في حركة (العين , العضلات , الأمعاء , القلب) والجهاز العصبي الذاتي يتكون من الأعصاب التي تتحكم في بعض الوظائف الجسمية , ويغذي العضلات اللاارادية مثل عضلة القلب والرئتين والجهاز الهضمي والغدد الصماء وجدار الاوعية الدموية . ومن الجدير بالذكر إن خمسة من الأعصاب المخية تحتوي على ألياف عصبية تلقائية .

يحتوي الجهاز العصبي الذاتي على (أعصاب حسية وحركية) إلا إن الإشارات الحسية التي تحملها الأعصاب إلى المخ والنخاع الشوكي نادراً ما ينتج عنها احساس واعية , إذ انها تولد إثارات أو استجابات حركية ملائمة التي تسري عبر الألياف الحركية وتتحكم في مختلف الأعضاء وهي على نوعين أما أعصاب سمبثاوية أو باراسمبثاوية وعادة هي متعاكسة في العمل وذلك من أجل السيطرة والتوازن بين العمل والراحة .

يتكون الجهاز العصبي الذاتي من: الجهاز العصبي السمبثاوي ( الودي) والجهاز العصبي الباراسمبثاوي (اللاودي) , شكل (١٦) و (١٧):

### الجهاز العصبي السمبثاوي ( الودي ) sympathetic

يشمل الجهاز العصبي الودي سلسلتين من العقد العصبية تقع على جانبي العمود الفقري وهذه العقد هي محل تجمع اجسام الخلايا العصبية بعد العقدية وتقع اجسام الخلايا العصبية ما قبل العقدية داخل الحبل الشوكي وتخرج محاورها خلال الجذر البطني للأعصاب الشوكية الصدرية حيث ينشأ من القرن الجانبي للحبل الشوكي والياف ما قبل العقده الودية التي تخرج من القطعه النخاعية الصدرية الاولى T1 والى القطعه النخاعية القطنية الثانية L2 ,وبعد خروجها تكون عقد على جانبي العمود الفقري تسمى بالسلسله الودية (السمبثاويه) ومنها تنشأ الياف ما بعد العقده الودية التي تغذي جميع الجسم بالياف

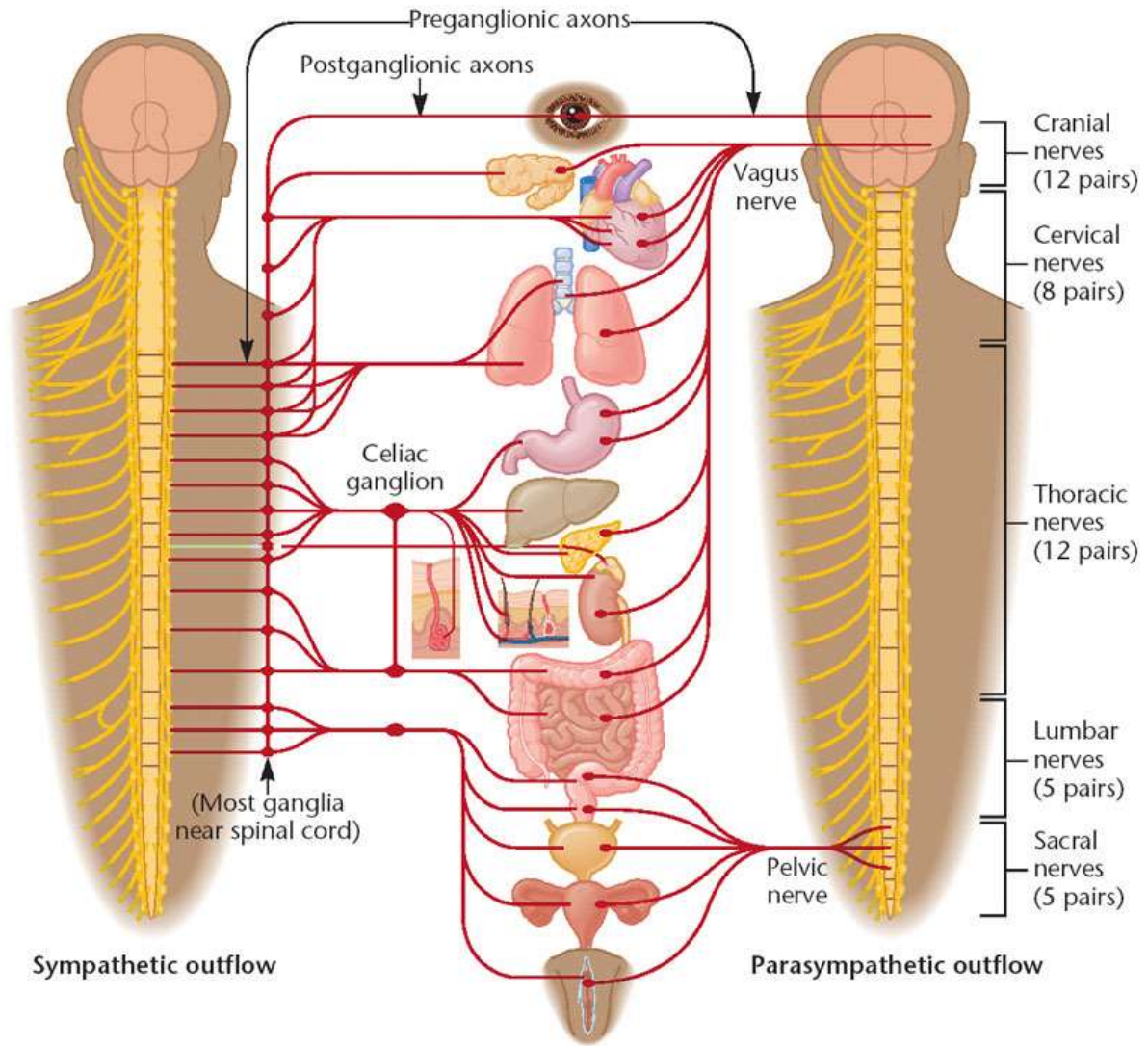
الجهاز العصبي السمبثاوي حيث توجد ١١ عقده صدرية و ٤ قطنية و  
٤ عجزية في كل من السلسلتين كما توجد ٣ عقد وديه في الرقبه  
ونظرا لتجمع الاعصاب في المنطقتين الصدريه والقطنيه لذلك يدعى  
الجهاز العصبي الودي بالجهاز العصبي الصدري القطني.

### الجهاز العصبي الباراسمبثاوي ( اللاودي ) para sympthic

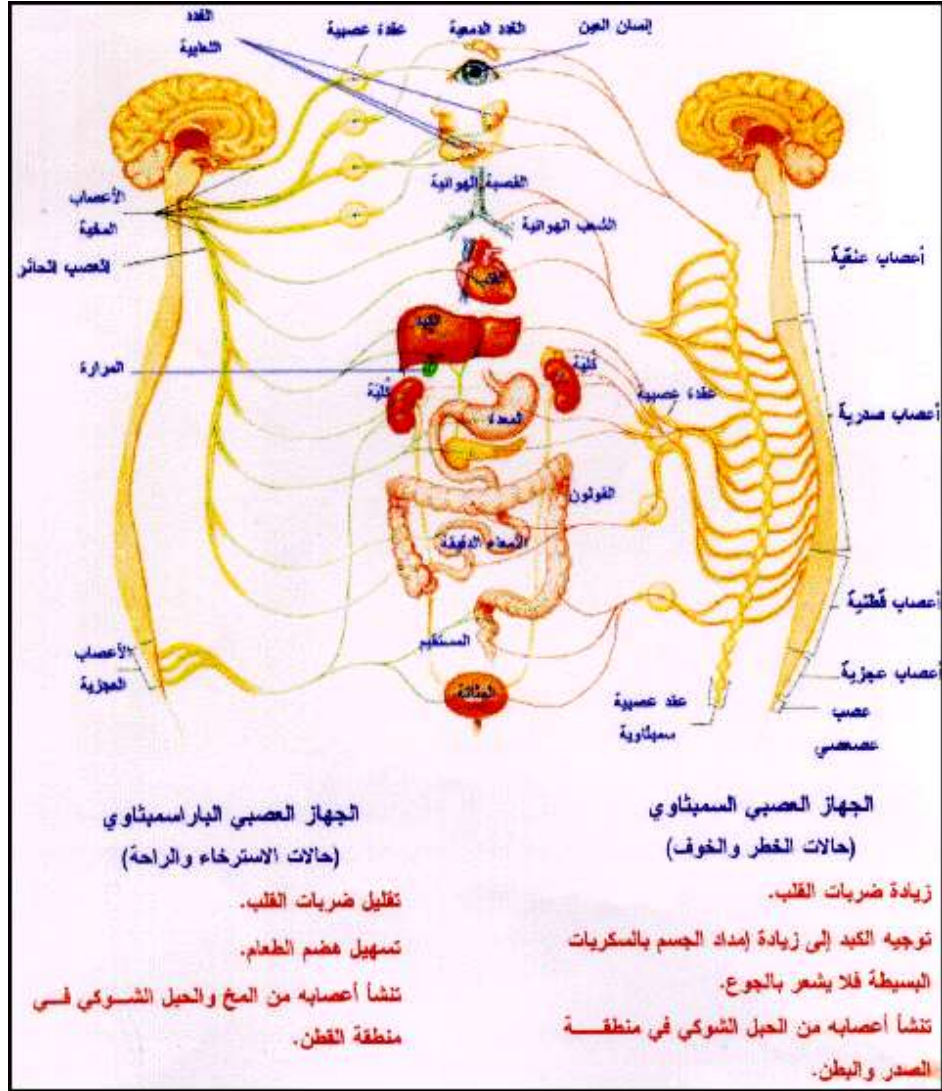
يتكون من عدد من العقد العصبية التي بعكس العقد الودية تقع بالقرب  
او في داخل انسجة الاعضاء وهي كالعقد الودية محل تكون  
الاشتباكات العصبية ما بين الالياف ماقبل العقديه ومابعد العقديه تخرج  
الالياف من الدماغ خلال الاعصاب القحفية ( الدماغيه) الثالثه والسابعه  
والتاسعه والعاشره ومن النخاع الشوكي خلال الاعصاب الشوكيه  
العجزية الثانيه والثالثه لذا يعرف هذا الجهاز بالجهاز العصبي القحفي  
العجزي .

### وظائف الجهاز العصبي الذاتي

يقوم الجهاز العصبي الذاتي بتنظيم وظائف عدة ودقيقة في العين  
والقلب والجهاز الهضمي , ويتم ذلك بشكل تلقائي بواسطة شبكة من  
الأعصاب التي تعمل بشكل ذاتي إذ تحمل هذه الأعصاب الإشارات  
العصبية فيكيف الجسم لعملية استهلاك الطاقة , فمثلاً عند الجري  
يعمل الجهاز السمبثاوي على سعة المسالك التنفسية ويرفع الضغط  
الدموي ويحول الكلاوجين في الكبد إلى سكر أما الجهاز  
الباراسمبثاوي فيعمل العكس ويتميز بقدرته على التحكم في افراز  
هرمون الادرنايين .



شكل رقم ( ١٦ ) يبين الجهاز العصبي الذاتي ( السمبثاوي والباراسمبثاوي )



شكل رقم ( ١٧ ) يبين الجهاز العصبي الذاتي والاجهزه المرتبطه به



## المبحث الثاني تأثير التدريب الرياضي على الجهاز العصبي

### تأثير التدريب الرياضي على الجهاز العصبي

- التدريب الرياضي يحسن وظائف الجهاز العصبي ويؤدي الى :-
- تحسين قابلية الترابط والتوافق الحركي .
  - تقصير زمن رد الفعل .
  - تقليل زمن العبء (الجهد) .
  - زيادة سرعة الأستشارة (سرعة توصيل الإشارات العصبية) وهذا مما يؤدي إلى تحسين التوافق الحركي ويشترك في تحقيقها كل من الجهازين العضلي والعصبي وهي علاقة إنعكاسية للحركات الأرادية, وهذا يبدو واضحاً في تدريبات السرعة . فتنمية صفة السرعة ترتبط بالدرجه الأساس بعمل الجهاز العصبي لأن عمليات التحكم والتوجيه الذي يقوم به الجهاز العصبي المركزي من العوامل المهمة عند تركيز الرياضي على سرعة تنفيذ الحركات المختلفة بالسرعه القصوى , كذلك مرونة العمليات العصبية تنتج عن قدرة الرياضي على سرعة أداء الحركات المختلفة والتوافق التام في وظائف المراكز العصبية المحددة وجميع هذه العوامل هامة وتساهم في تطوير السرعة . كذلك بواسطة الإستثارة العصبية يتم تنظيم مقدار القوة الحركية , فالأستثارة العصبية تحدث تغير وظيفي مناسب في حجم العضلة نتيجة تكرار قوة الإثارة .
  - أثناء التدريب يحدث تنمية للقوة . ويظهر تكيف الجهاز العصبي في حالة زيادة القوة العضلية دون زيادة كبيرة في حجمها (أي حجم العضلة) وخاصة عند تدريب الأطفال والنساء , ويتلخص دور الجهاز العصبي في أمكانية زيادة القوة العضلية عن طريق تعبئة أكبر عدد من الألياف العضلية للمشاركة في التقلص كذلك زيادة تزامن عمل الوحدات الحركية (أي قدرة تزامن الوحدات الحركية للعمل بوقت واحد) .

## ينقسم عمل الجهاز العصبي في اتجاهين :

- تحسين التوافق الداخلي بين الألياف العضلية ذاتها

- تحسين التوافق الخارجي الذي يتم بين العضلات المختلفة

ويظهر التوافق بين الألياف العضلية ( التوافق العصبي - العضلي ) على شكل قدرة في إنتاج قوة عضلية بمستويات مختلفة وفق المطلوب للأداء الرياضي , وفي نفس الوقت تعبئة عدد أكبر من الألياف العضلية للعمل في أقصى ما يمكن , وتختلف عدد الوحدات الحركية حسب دقة عمل العضلة وتشترك ( ٢-٣ ألف وحدة حركية ) في حالة العمل الدقيق والأداء المتوافق وذلك لزيادة السيطرة العصبية , وعلى الرغم من قدرة الجهاز العصبي على تعبئة أكبر عدد من الألياف العضلية للمشاركة في الانقباض العضلي , إلا أنه جزء من هذه الألياف في العضلات لا يشترك ( ١٠ - ١٥ % ) عند الرياضيين و ( ٣٠ - ٤٠ % ) عند غير الرياضيين وهذه الألياف يمكن استثارتها للمشاركة في الانقباض العضلي ( بواسطة التنبيه الكهربائي ) .

أما التوافق العصبي - العضلي بين العضلات المختلفة , فعند أداء أية حركة رياضية تشترك في الأداء مجاميع عديدة من العضلات , ويقوم الجهاز العصبي بالسيطرة والتحكم في جميع هذه المجموعات العضلية لإنتاج أعلى مستوى من القوة العضلية ويظهر ذلك بوضوح عند بداية التدريب الرياضي إذ يلاحظ عدم قدره على إنتاج أقصى قوة في البداية لحين تمكن الجهاز العصبي من تنسيق العمل بين المجموعات العضلية المختلفة .



## فسيولوجيا الجهاز العصبي و أسس و قوانين التوافق الحركي

ان عمل الأعصاب يحتاج الى طاقة حرارية كما فى بقية أعضاء الجسم. , وتنقل المحفزات من أعضاء الحس أو المستقبلات التى توجد فى ( الجلد و العضلات و الأوتار و أربطة المفاصل) بواسطة الأعصاب الحسية و تختلف هذه الأعصاب عن أعضاء الحس الخارجية (الحواس )بأنها ليست متخصصة , و تقوم بايصال المحفزات الى الجهاز العصبي المركزى ولذلك تسمى بأعضاء الحس الداخلية و نتيجة وصول هذه الحوافز يحدث توافق فى تقلص العضلات او المجموعات العضلية المسؤولة عن الاداء الحركى باتقان وفاعلية .

## التحكم فى وضع الجسم أثناء الحركة

يتم التحكم بوضع الجسم اثناء الاداء الحركي عن طريق التقلص التلقائى للعضلة الذي يحدث عند شد وترها أو ما يسمى بالشد (الانعكاسي ) والذى يؤدي الى تقلص العضلة الثابت , ويتحكم الاداء الانعكاسي كذلك فى وضع الرأس بالنسبة للمحيط وللجذع و للأطراف ووضع العين بالنسبة للرأس , ويحدث ذلك نتيجة الحوافز العصبية الاتيه من اماكن الاستقبال (أعضاء الحس ) فى الأذن الداخلية وعضلات الرقبة وشبكية العين وكذلك عضلات الاطراف .

**وتنقسم الانعكاسات التى تتحكم فى وضع الجسم الى :**

- انعكاسات ثابتة , وتشمل الانعكاسات العامة والجزئية ( التى تتحكم فى الجسم بأكمله أو الأطراف الأربعة )
  - انعكاسات حركية , موضعية كما فى ( التحكم فى حركة الرأس عند أداء نشاط رياضى معين )
- ونتيجة لهذه الانعكاسات يتم التحكم فى وضع الجسم أثناء الحركة.

## التمارين الرياضية ووظيفة الجهاز العصبي

ان التمارين الرياضيه تعمل على تطوير وظائف الجهاز العصبي والذي يظهر من خلال ماياتي :

## - الأداء الانعكاسى

الأداء الانعكاسى يعمل على :

- تحقيق الوقاية أثناء اداء التمارين الرياضية .

- توافق اداء وظائف اعضاء الجسم ( يحدث التوافق الحركى خاصة فى حالة أداء الحركات الجديدة) .

ان تحفيز جزء معين من المخ عن طريق الاداء الانعكاسى لا يبقى ضمن هذا الجزء فقط , وانما ينتقل تأثيره الى الاجزاء المحيطة وينتج عن ذلك حركة غير اقتصادية تحتاج الى قوة عضلية كبيرة , ولذلك فان الحركة الجديدة تسبب الاجهاد لأن أدؤها يتم بادراك عال وبمشاركة جميع الحواس مع مصاحبة حركات جانبية غير مطلوبه التي ترافق الحركه الاساسيه هذا مما يقود الى سرعة الشعور بالتعب , ومن خلال التكرار المستمر لنفس الحركة أو التمرين تزداد درجة تثبيت الربط المؤقت بها , ويحدث بعد ذلك التركيز فى اثاره المراكز العصبية المسؤولة عن الحركة فقط , ولهذا فان زيادة التدريب تسبب اختزال فى اثاره المراكز المجاورة الغير ضرورية للحركة المطلوبة , ليصبح الاداء الانعكاسى ثابتا و دقيقا واقتصاديا . أن التكرار يقلل فى الطاقة العصبية المبذولة وذلك يرجع الى خاصية النسيج العصبى فعندما يستخدم ممر عصبى مرة واحده فان أية حركة مهما كان مقدارها ودرجة صعوبتها تصبح بسيطة وبالتكرار يحدث التعود عليها , ولذلك فان التدريب المتواصل يقود الى قمة التطور فى الأداء الحركى حيث تنتقل الحركة من مرحلة التعلم الى مرحلة المهارة وتؤدى بشكل ألى عند ذلك يوجه اللاعب الانتباه والادراك نحو الهدف المطلوب والمتطلبات الاخرى .

## - زمن رد الفعل (زمن الرجوع)

تؤدى الحركات عادة بالطريقة السمعية (النداء) أو بعرض النموذج (المرئى) او الاثتان معا , واثناء هذه العمليه يمر الحافز العصبى الى المخ حيث مراكز الانتباه والادراك وبعد فتره يصدر المخ حافز اراديا عن طريق العصب الحركى الى العضلات المسؤولة لتقوم باداء الحركه وتسمى هذه الفتره بين استلام الحافز العصبى واداء الحركه بزمن رد

**الفعل او ( زمن الرجع )** وزمن هذه الفترة يتفاوت عند الافراد وفقا للعوامل النفسيه وقوه الحافز , وغالبا ما يكون طويلا فى الحركات المعقده .

يمكن تقليص زمن هذه الفترة بعرض النموذج لتكوين صور ذهنيه صحيحة للحركة . ويتدرب الرياضيين على سرعه الاستجابة للحوافز التى تتطلب السرعه فى الحركة , وذلك لتقليص زمن رد الفعل بحيث لا يكون ذلك على حساب دقة الحركة والتوافق الحركي .  
هناك انواع كثيره من الرياضات تحتاج الى تقليص زمن رد الفعل مثل (الملاكمه و المصارعه والعباب السلاح ومسابقات الجرى والسباحه) والى يلاحظ فيها تأثيرا واجهدا عاليا على الجهاز العصبى .

### يمكن تقليص زمن رد الفعل الى حد معين

- فى الاثارة البصريه ( ٠,١٥ - ٠,٢٠ ) ثانيه

- فى الاثارة السمعيه ( ٠,١٢ - ٠,١٨ ) ثانيه

- فى الاثارة الحسيه ( ٠,٠٩ - ٠,١٨ ) ثانيه

اما فى الالعب الجماعيه (كره القدم وكره السله والطائره و كره اليد) لا يكون التوتر عاليا , ويحدث التوتر العصبى فى لحظات معينه تليه فتره استرخاء و يتكرر ضمن المنافسه لعدة مرات حسب وضع اللاعب وحركه الكره , ولذلك فان الجهد العصبى يقل فى الالعب الجماعيه .

### أسس وقوانين التوافق الحركى

ان اتقان التوافق الحركى عند الرياضيين يعمل على رفع دقة الاداء و استيعاب التمارين المعقدة جدا , وكذلك الاقتصادية فى الوقت وفى صرف الطاقة اللازمه للجهد (و خاصة فى الالعب التى تتطلب جهدا عاليا ولفترة طويلة حيث يستطيع الرياضى استخدام أقصى قوة وبنشاط عالى فى الوقت المناسب )

### مفهوم التوافق الحركى

هو حفظ توازن الجسم بالشكل الصحيح و توزيع أجزائه ضمن اتجاه معين و لمسافة محدودة ويتم ذلك عند اتقان الحركة .

يتميز الانسان بقدرته على أداء الحركات المختلفه بالاستناد على مساحة صغيرة و بنفس الوقت يستطيع حفظ توازنه , وان جسم الانسان يتكون من عدة زوايا متحركة , لذا يجب تنظيم حركة هذه الاجزاء فى وقت واحد و فى مختلف المفاصل, و ان أداء الحركات المعقدة بهذا الشكل غير ممكن لهذا يجب التوافق فى عمل أجزاء الجهاز العصبى المركزى .

ان تغيير وضع الجسم بسبب الحركة يغير مركز الثقل العام للجسم , ويمكن أن يفقده التوازن , ولهذا يقوم الجهاز العصبى عند أداء الحركات بتوجيه عمل عضلات اخرى للمحافظة على التوازن .

ان تقلص اي عضله لا يتم بشكل مستقل عن بقية عضلات الجسم بل تساهم جميع عضلات الجسم , ولكن يكون اشتراكها بنسب مختلفه , فعند أداء حركة التثني فى اي مفصل فى الطرف العلوي ترافقها حركات فى العضلات الباسطه فى الاطراف العليا , وكذلك فى الاطراف السفلى وذلك من اجل حفظ وضع الجزء المتحرك .

يعد الاداء الحركى من الوظائف المهمة فى نشاط الجهاز العصبى المركزى فى قشرة الدماغ وخاصة الجزء المسؤول عن تطور المستقبلات المشاركة فى أداء الحركات (الفص الأمامى و منطقة الأجهزة الحسية ) ورغم التعقيدات فى عمل هذه الأجهزة فأن التوافق فى العمل الحركى يتم بدرجة عالية من الدقة , وان مرونة عمل الجهاز العصبى تتم من خلال مرونة الاداء الوظيفى فى أجهزته واستمرارها بالعمل وفى حالة اصابة أى جزء منه تقوم الاجهزة الاخرى بتعويض الوظائف المفقودة وتوجيه حركة الجسم .

## دور الاجهزه الحسيه فى التوافق الحركى

عند الاداء الحركى يمكن تقسيم وظائف الاجهزه الحسيه الى مجموعتين :

- الاجهزه الحسيه التى تؤدى وظيفه الاستجابة حيث يتم ذلك بشكل استجابة آليه عند بدايه التحفيزات المتعاقبه, ولهذا فان الرياضيون يتجهون الى التمرين بواسطة الاشاره الصوتيه او المرئيه حيث تستخدم هذه اجهزه حسيه بوقت واحد واللاعب يحلل الوضعيه ويختار الاستقبال المناسب

- بناء العلاقة المترابطه والمتبادلله المناسبه للتوافق الحركي.

## العلاقة المتبادلله فى الاداء الحركى

الجهاز العصبى المركزى لا يستطيع توجيه بدايه الحركه بواسطة الحوافز لانه عند انجاز الهدف يجب التوقف عن الحركه , ولكن الحوافز ضروريه للتعبير عن كيفيه انجاز الهدف , حيث تكون المعلومات الوارده من الحوافز عبر الاجهزه الحسيه غير متكامله وتقتصر هذه المعلومات على تحديد اتجاه العمل مثلاً ( لتنمية القوه او السرعه فى عضلات الجسم المختلفه) فالجهاز العصبى يستلم المعلومات عن اتجاه التنميه ولكن بشكل غير متكامل .

عند اداء الحركه وتنفيذها بشكل صحيح توجد دائماً حاله عدم مطابقه وعدم توافق لذا يقوم الجهاز العصبى المركزى وبشكل مستمر بتحليل حاله عدم التوافق هذه وتصحيح الحركه وتوجيهها نحو المسار الافضل , وان التصحيح عادة يتم خلال سير الحركه لايشعر به الفرد , حيث يتم تنفيذ الحركه بشكل عمل متصل وموحد تماماً.

عند اختلال التحسس العضلى تنعدم الحركه وتفقد السيطرة , وعند ذلك توجه الحركه بواسطة النظر فقط , وفى هذه الحاله تكون المعلومات سريعه غير ثابتة وغير كافيه عن الحركه لهذا تتأخر الحوافز الحركيه التصحيحيه , اما عندما يستلم الجهاز العصبى المركزى المعلومات فى الوقت الملائم عن اتجاه الهدف هذا يعنى انه فى علاقته متبادلله ومترابطه معه.

العلاقة المتبادله ضروريه فى اداء اية حركه بغض النظر عن طبيعه الهدف المراد تنفيذه , وان الحوافز الحسيه والحركيه تشكل حلقه مترابطه خلال الحركه وفى الوظائف الانعكاسيه لذا تسمى العلاقة المتبادله **بالحلقه الانعكاسية** لتوجيه الحركات المعقده والضرورية كذلك لربط العناصر احداها بالاخري .

ان الحوافز الصادره من المراكز العصبية هي التي تحمل المعلومات التي تؤشر مرمله انتهاء العناصر السابقه فمثلا( عند الطفر الطويل نقطه النهايه تبدا فى لحظه ظهور مجموعه حوافز محده للمستقبلات فى العضلات وحاسه النظر والذين يحددون وضع القدم بالنسبه للمساحه المعينه ولجسم الرياضي ).

### **المعلومات الخارجيه والداخليه والاداء الحركي**

#### **المعلومات الداخليه**

تشمل المستقبلات الاتيه من (الحقيبه المفصليه, الاوتار , العضلات) وهي تحدد مقدار القوه فى الجسم والوضع العام اثناء حركه اجزاء الجسم احدهما تبعا للاخري , هذه المعلومات يستوعبها الفرد عادة بشكل فعال وهي المسؤوله عن توجيه الجسم بشكل موحد ومتكامل .  
الجهاز الحسي الحركي يستطيع اعطاء معلومات داخليه كامله, وان الاجزاء المركزيه للجهاز الحسي الحركي مهينه بنفس الوقت لصياغه الحوافز الخارجيه الاتيه من جميع انحاء الجسم , وهذا يسمح فى الوقت نفسه بتوجيه الجسم بشكل كامل وبقياده حاسه البصر, وعند اختلال الحوافز الحسيه يمكن توجيه ناحيه واحده فقط والتي يتركز فيها التحفيز فى حالات كثيره , ويتم تقييم علاقه اجزاء الجسم المتبادله وبشكل دقيق من خلال الاجهزه الحسيه الاخري اكثر من حاسه البصر حيث يمكن تاديه الكثير من الحركات مع غلق العينين .

#### **المعلومات الخارجيه**

هي المعلومات التي تساعد على التاقلم مع البيئه المحيطه , واهم مصادرها الحواس البصر, السمع , الذوق , والجهاز الحسي الحركي الذي يعد الاساس فى المعلومات الخارجيه.

## الحواس والرياضة

### الجهاز الحسي البصري

لحاسة البصر دور هام في التعليم والتدريب , وذلك من خلال عرض النماذج لكي يكون المتعلم صوره واضحه للحركة ويحاول التوصل اليها.

يقوم الجهاز الحسي البصري بأيصال المعلومات الكامله حول البيئه المحيطة ويساعد الرياضي في تمييز المواد المترابطه الموجوده في المكان كالمسافه الى الهدف وما بينها و الاتجاه وسرعه حركه المنافس وحركه المحيط والتي لا يمكن تحديدها وادائها بنجاح عند غلق العينين , ولا يمكن تعلم الحركه عن طريق الشرح فقط بدون نموذج مرئي , حيث يمكن توضيح الاخطاء وامكانيه تلافيها.

ان حاسه البصر تجعل المتعلم يدرك اداء الحركه الجديده بشكل عام وهو بذلك يحصل على تصور اولى لمظهرها الخارجي , وكذلك يلاحظ الاجزاء الهامه من الحركه عند عرض النموذج الحركي , وان تكررهما يزيد من دقه الحركه .

عرض النماذج امام المتعلم يثير حماسه ويكون لديه احساس حركيا , وهذا يعني ان المتعلم يمارس عمليا ما تتضمنه الحوافز الخارجيه والداخليه.

تساعد حاسة البصر في معرفه وضع الجسم وشكله اثناء الحركه , وكذلك الاحساسات العضليه المطلوبه تدريجيا بالمشاركه مع الحوافز الوارده عن طريق حاسه اللمس والتوازن الحسي والحركي , ففي البدايه يكون الاحساس الحركي غير واضح ومختل وغير كامل لذا تعمل حاسه البصر على تكوين وتكامل التوقيت السليم للحركه . فاللحركه توقيت مكاني بجانب التوقيت الزماني والحركي والتوقيت المكاني تقوم بتنفيذه حاسه البصر .

### - حاسة السمع

تلعب حاسة السمع دور كبير في تبادل المعلومات بين الافراد ولها دورا مهما سواء في التعليم او التدريب , فالشرح الفني للحركة لا بد منه وان الموجات الصوتية التي تتلقاها الاذن تنتقل الى المخ الذي يترجمها ويربطها بالصورة المعروضة فتكتمل عملية التصور للحركة والفهم والاستيعاب لها .

ان تسلسل الحركة لا يمكن فهمه الا من خلال الشرح الذي يساعد على اعطاء وبناء الاساس الحركي , وان التحكم فى درجة الصوت (رفعه وخفضه) اثناء اداء الحركة يساعد على توضيح النشاط الحركي .  
تعمل حاسة السمع على ضبط التوقيت الحركي لذلك فان للموسيقى المصاحبه للتمارين اثرها الفعال فى الاداء الحركي .  
ان الاثاره السمعيه تستغرق زمنا معيناً حتى تحدث الاستجابة الحركية(زمن رد الفعل ) لذلك يجب اعطاؤها قبل اللحظة المطلوب فيها اداء الحركة ويختلف زمن رد الفعل من شخص الى اخر .

### - الاحساس الحركي

ان تكوين التصور البصرى او السمعى للحركة لا يكفى لاداء الحركة اذ لا بد ان يرافقه احساس حركي لكي يتحكم اللاعب في اداء الحركة والاستيعاب الجيد , ويتم ذلك بالممارسه العمليه حيث لا تقوم العضلات بانجاز الحركة فقط وانما الاحساس بها ( وهذا يعنى انها تشعر بمدى القوه وتوازن نسبه التقلص والانبساط في العضلات المختلفه ) وهذا يفتقد عند اللاعب الذى لم يتكون لديه الاحساس الحركي بعد, ويمكن اكتساب ذلك من خلال اداء الحركات التى يكون فيها وضع الجسم غير اعتيادي , كما فى حركات الجمناستك حيث لا يحس اللاعب المبتديء بالوضع الصحيح للجسم لذلك يقوم المدرب بمساعدة اللاعب على الاحساس بالوضع الجديد حتى يتم تدريبيه عليه ويتكيف معه .  
كذلك للاجهزه الحسيه الحركيه دورا كبيرا فى الانتشار تبعا لمسافه الاستناد حيث تستلم المعلومات عن وضع الجسم من الاجهزه الحسيه الاخرى . لذا فان للاحساس الحركي اهميه فى الاداء الحركي .



## عمل ونشاط الاجهزه الحسيه

ان التحليل الحركى الذى يقوم به الجهاز العصبى يعتمد بشكل اساسى على عمل ونشاط الاجهزه الحسيه معا , والحوافز تكون مترابطه وتكمل احدهما الاخرى وغالبا ما يكون من الضرورى عمل الجهاز الحسى الحركى والبصرى بشكل مستمر .

ان التدريب المستمر والمنتظم لوظائف الاجهزه الحسيه يجعلها تتكامل وتتوافق مع نوع النشاط المؤدى , ويبدا الرياضى بتمييز الحركات بشكل دقيق حتى فى الحالات الغير ملحوظه الاختلافات ويستطيع التحسس حتى بحركه زميله ( الخصم ) لمسافه محدده .

ان اتقان التحليل الحركى يؤدى الى اداء التمرين بشكل متكامل ويمكن الرياضى من تمييز ادق الاجزاء فى الحركه قبل اداء النشاط

الاجهزه الحسيه تنمي عند الفرد خصوصيه الاستعداد لتقبل الانشطه اللاحقه وبما يتوافق مع عمل الجهاز العصبى , لذا فأن البرامج الحديثه ترفع من تحفيز الاجهزه الحسيه وخاصه الاجزاء المسؤوله عن اداء ومتابعة الحركه المطلوبه , وهذا مما يسبب عدم توافق بسيط بين الحركات وتنفيذها بشكل متكامل فيحدث التصحيح الذى يدخل على الحركه لتصبح اكثر دقه .

الرياضى المتدرب يتميز بتوافق كبير فى تنفيذ الحركات ضمن برنامجه وعند انجاز هذا التوافق تصبح لديه خصوصيه لكل نوع من انواع الرياضه والاحساس بتاثير كل نوع من انواع النشاط المنفذ

الاحساس الخاص والانفعالات الفرديه تؤثر ايضا على حاله الوظيفيه للجهاز العصبى فالزى الرياضى الجيد وخصوصيه الانفعالات تزيد من التحفيز ويمكن ان تؤدي الى انخفاض القابليه الوظيفيه فى حاله عدم ملائمتها .

مما سبق تتبين الاهميه الكبيره للحواس فى اداء التمارين الرياضيه وفى التدريب وهى بذ لك تتداخل وتشارك جميعا لتكوين نشاط رياضى متكامل .

## المهارات الحركيه (الخبرات)

يؤدى الانسان حركاته الاعتياديه والحركات التى يتقنها جيدا بدرجه عاليه من الدقه والاقتصاد و السرعه .

ان الحركات الاعتيادية والحركات المتقنه جيدا تسمى بالمهاره الحركيه (الخبرات) وان تكرار المهارات الحركيه البسيطه عدده مرات يقود الى الأليه حيث يستطيع الانسان تاديتها بدون اشراك الادراك بشكل فعال .

التمارين الرياضيه , وكذلك النشاطات الوظيفيه الحركيه لاتشكل غالبا وحده حركيه واحده وانما مجموعه حركيه غايه الصعوبه والتعقيد وان الوصول الى المهاره الحركيه فى جميع انواع النشاطات يتطلب من الرياضى تدريب على ولفتره طويله .

### الاسس الفسيولوجيه للمهاره الحركيه

تتكون المهاره الحركيه على اساس نوع النشاط (رد الفعل الانى الذى يكون رابطه بين القشره الدماغيه والمركز تحت القشري ) اى تصبح المهاره الحركيه حاله منتظمه لرد الفعل ويصبح تكوينها بنظام يسمى نظام رابطه الوقتيه وبفضل هذا النظام المتين تبدا مراحل بناء الحركه (اعاده المفردات) بمشاركه العضلات التى تقوم بتنفيذ الحركات الاعتياديه.

النشاط العضلي الحركى ايضا يكون مهياً للتغيير اى ( اعاده التركيب ) وتكوين نظام رابطه الوقتيه الذى يعتبر الاساس لعمل برنامج توافق الحركات الاعتياديه.

فى البدايه برنامج المهاره الحركيه لا يميز كيف تتم الحركه ( فى اى عضله) , وان الحركات الاعتياديه تنفذ عند مختلف الاوضاع الابتدائيه للجسم ومعرضه لاي طارئ , لذلك فان برنامج المهارات الحركيه يجب ان يحدد الشكل الاساس للحركه وواجباتها الاساسيه ووسائل الوصول الى الاوضاع والاهداف المطلوب الوصول اليها , علما ان المهارات الحركيه متنوعه وتشتمل على عدده اوضاع للوصول الى الهدف . ان دقه استخدام هذه او تلك من المجموعات العضليه على اساس العلاقه المتبادله فى الغالب تعد من الخصائص المحدده والمميزه والمخزونه عند الفرد , وبغض النظر اذا استخدم هذا العضو او ذاك فى الالعاب الرياضيه (الفرديه والجماعيه).

يتم بناء الحركة مع وجود حاله تغيير دائمه غير ملحوظه فى الحركة , فمثلا خلال الاداء فى بعض الالعاب تبرز ضروره استخدام مهارات رياضيه جديده فى كل مره متوافقه مع تاثير الخصم , حيث يقوم الجهاز العصبى (مراكز النمو) بتقويه العناصر المنفرده للحركه التى لها تاثير جديد من خلال النشاط الوظيفى للجهاز العصبى .

### كيفية تكوين المهارات ( الخبرات ) الحركيه

يمتاز الانسان بالقدره على رد الفعل بشكل اسرع من بقية الكائنات الحيه , ويستطيع الرياضى عند اداء الحركة مره واحده ان يكرر مفرداتها عشرات المرات وخلال اعاده الحركة تدخل التصحيحات اللازمه وبشكل مستمر وعلى اساس الرابطه المتبادل .

ان اداء التمارين الرياضيه الجديده ليست بالعملية الصعبه , ولكن تعلم الحركة بشكل متقن ليس امرا سهلا , وعندما يؤدى الرياضى الحركة فى البدايه تكون مبهمه , حيث انه يجهل الاحساسات الغير مباشره للحركه و التى يجب ترتيبها واتقانها بشكل تدريجي , ولكنه يعلم المتطلبات النهائيه من الحركة , وان انجاز هذه المتطلبات تتحدد حسب الخصوصيه الفرديه وامكانيات الجهاز العصبى , حيث يستطيع الرياضى اداء الحركة وفق الملاحظات الموجهه من المدرب ويتم تنفيذها خلال اداء التمرين بشكل متقن ,

الاعاده المبكره للمهاره الحركيه من الامور الاساسيه فى تقويه تركيز المهاره بشكل جيد لانها ضروريه فى اتقان الحركة الجديده . كما ان تاديه المهاره بشكل جيد وايجابى وكذلك التأثيرات المحيطه من ( المدرب والجمهور المتواجد ) كل ذلك له تاثير ايجابى فى تثبيت المهاره , ومن ناحيه اخرى فان النتيجة السلبيه فى اداء المهاره لاتقوى الاستجابه ولا تحفز الرياضى وبالتالي تؤدى الى عدم اتقان المهاره .

يتحكم اللاعب المتدرب وكذلك المدرب فى تحليل الحركة وحتى المعقده منها ويمكن ادائها بدرجه عاليه من السرعه وبدون استخدام حاسه البصر , وغالبا ما تقيم المهاره من خلال السرعه والقوه وكيفيه الانتشار فى الفراغ , وذلك من اجل الوصول الى درجه عاليه فى التكنيك الرياضى , وتستخدم لهذا الغرض وسائل المعلومات السريعه مثل (

استخدام التقنيات السمعية والبصرية الحديثه ( كوسائل تقييم الاداء المهاري .ولايمكن تعلم عده حركات قي وقت واحد , وكذلك يصعب اتقان كل حركه على انفراد , ولكي يتم ذلك لابد من استجابته سريعه وايجابيه لكى يبلغ تحفيز الجهاز العصبى الى المستوى المطلوب , ومن الضروري ان يشعر الفرد بالاستمتاع عند تنفيذ الحركه وان يجيد ادائها وكل ذلك يستوجب مستوى وظيفي جيد لاجهزة الجسم . .

### مراحل تكوين المهارات الحركيه

تمر المهارات الحركيه بثلاث مراحل وهي :

#### - المرحلة الاولى

تكوين رد الفعل عند ظهور الحافز , الاشخاص المبتدئون يدركون الواجب الحركى بشكل عام ولا يغيرون خصوصيه عناصر المضمون الحركى ولا مراحل تتابع التمرين او بدايته بنفس الدرجه , لذلك فهم لايتقنون ضبط وتوقيت الحركه بدقه .

ومن الجدير بالذكر ان الحيوانات لا تميز الحوافز المتشابهه وكانها تعمم الحافز ولا تستطيع تجزئه الجانب المهم المرتبط به ولذلك ينظم على اساس الحوافز المتشابهه .

يتقن الفرد الحركه التى لا تكون جديده كليا بالنسبه له , حيث انه يجيد هذه او تلك من عناصرها مسبقا , وعند هذه الحاله يصبح فقط ضروره استخدام هذه العناصر ضمن المجموعه الجديده , ولذلك فى بدايه التعلم ينتبه ويراقب الحركه بشكل فعال ويستوعبها لينمى معرفته بها , وبذلك يتمكن من ضبط الاجزاء وربط عناصر التمرين .

قبل البدء في عمل برنامج التوجيه الحركى يتم توافق اجزاء الجسم لآخذ الوضع المطلوب ثم تنفذ الحركه , ولهذا فان الحركه الجديده تظهر وكانها مقيدده وغير مرنه , ولكن هذا التقييد ضرورى عند اتقان الحركات الجديده وتعود اسباب التقييد الحركى الى تذبذب الحوافز فى الجهاز العصبى .

فى المراحل الاولى تبقى مهاره النقل من عمل الجهاز العصبى وتشترك اعداد كبيره من العضلات فى العمل مما يؤدي الى عدم التوافق فى عمل الجهاز الحركى والاعضاء الداخليه مما يقود الى سرعه التعب .

### المرحلة الثانية

تتميز هذه المرحلة بالقدره على تمييز الاجزاء والعناصر الحركيه , وتدخل ضمن هذه المرحلة اسس تحليل المعلومات التي تظهر فى مختلف المستقبلات وخاصة في الجهاز الحركى , حيث يتيح للجهاز العصبى تمييز حنى ادق الخصائص الحركيه وتوجيهها بشكل اكثر دقه , اما الاجزاء والعناصر المعلومه والتي لا تتطلب انتباه عالي لتكوين المهارات تنعكس على التحفيز التدريجى لتغيير شده نمو الوظائف العصبية واتجاهها فى المراكز المحدده .

ان تكثيف الوظائف العصبية سببها ظهور العرقلة واهمها ( ظهور الاختلافات ) وان قابليه تمييز هذه الاختلافات تسمح للحركه بالظهور بشكل اكثر ملائمه للهدف المطلوب , ولكن تكون الحركه في البدايه غير مترابطه بشكل جيد لان التحسس المتأخر يؤخر الحوافز وظهورها في الوقت المناسب ويحدث توقف اثناء فترات اداء المفردات والعناصر للمهاره .

### ٣ - المرحلة الثالثه

فى هذه المرحلة تحدث آليه في اداء الحركات البسيطة التي تعد الاساس بالنسبه للحركات الصعبه . حيث تتم ملائمه وثبات المهاره الحركيه , ويحفز الادراك لملاحظه عناصر التمرين الاكثر صعوبه والحركات التي تتطلب اداء دقيق وواضح .

الآليه الوظيفيه تحفز الادراك وتحرره من تعقيدات التفاصيل الحركيه , ولذلك يحفز الادراك لضبط عناصر الحركه الصعبه وتوجيهها بشكل رئيسى الى وسائل التكنيك لتطوير الحركه , ولكن فى الحالات الصعبه يقوم الادراك بضبط الحركه بدرجه عاليه , وعندما يصل الرياضى الى الآليه فى اداء الحركه غالبا ما يصاحب ذلك اقتصاد عالي فى نشاط الحركه حيث تتحرر العضلات من التعب والاجهاد .

تصبح حركه الرياضى سهله وغير متعبه عند ربط حركات اجزاء الجسم , وعند اتمام تكوين ودمج المهارات الحركيه يتم توجيه الوظائف الانمائية عادة لتنشيط عمل الاجهزه الجسميه الاخرى مثل جهاز التنفس والدوران لتعمل بشكل وبسرعه ملائمه مع عمل العضلات . ومن

الجدير بالذكر ان التنظيم الوظيفي لاجهزة الجسم يحدث بشكل بطئ بالمقارنه مع تنظيم التوافق الحركى .  
ان التدريب الرياضى يسبب رباطه ردود فعل انيه بين الوظائف الانمائيه وبين المراكز الحركيه العصبيه , ففي السباحه مثلا تتكون علاقه قويه بين مراحل التنفس واجزاء وعناصر الحركه .  
اما فى التجديف هناك مرحله واحده للحركه يتوافق الشهيق والاخرى الزفير وفى النتيجة يحصل تبديل سريع فى الوظائف الانمائيه وترتيبها حسب تذبذب مستوى الحركه والتوافق معها , وعند اداء التمارين الرياضيه فان النبض يزداد بسبب زياده فى التهويه الرئويه التي تعد من الدلائل على نشاط الجهازين التنفسي والدوران .  
عند الرياضيين المتدربين ترتفع هذه الدلائل وتعود الى طبيعتها بعد انتهاء التدريب بشكل اسرع بالمقارنه مع غير الرياضيين او المبتدئين من الرياضيين .

## الفصل الثالث

### فسيولوجيا الجهاز العضلي

#### المبحث الاول

#### العضلات (muscle)

- العضلات المخططة الإرادية *Vountary Muscles*

علاقة العضلات بالعظام

التركيب النسيجي للعضلات الارادية

التجهيز العصبي للعضلات الإرادية

خصائص العضلات الإرادية

العضلات الإرادية البيضاء

العضلات الارادية الحمراء

انواع العضلات الهيكلية وفق عملها

انواع العضلات الارادية وفق شكلها وتنظيم اليافاها

- العضلات الملساء اللارادية *involuntary Muscles*

العضلات الملساء (الارادية) والتجهيز العصبي

- العضلات القلبية *Cardic Muscles*

خواص الالياف العضلية بشكل عام

الجزء التقلصي في الليفه العضلية

المواد الداخلة في تركيب العضلة

#### المبحث الثاني

#### فسيولوجيا الحركة

#### التقلص العضلي

انواع التقلص العضلي

ادوار التقلص العضلي

ظاهرة التدرج في التقلص العضلي

العوامل التي تؤثر على التقلص البسيط

التكزز العضلي

الاجهاد العضلي

نقل المثيرات العصبية للعضله  
الوحده الحركيه والعمل العصبي العضلي  
التدريب الرياضي والتغيرات الحاصلة أثناء تقلص العضلي  
التغيرات التي تحصل في العضله عند تحفيزها  
**MORPH OLOGICAL** اولاً- التغيرات المورفولوجيه  
**CHANGES**  
**ELECTRICAL CHANGES** ثانياً- التغيرات الكهربائيه  
**EXCITABILITY CHAGES** ثالثاً- التغيرات التهيجيه  
**MECHANICAL CHANGES** رابعاً- التغيرات الميكانيكيه  
**CHEMICAL CHANGES** خامساً- التغيرات الكيمياويه  
**THERMAL CHANGES** سادساً- التغيرات الحراريه  
الاحماء والتحفيز العضلي  
انواع المحفزات  
**Effect of two successive stimuli** تأثير المحفزات المتعاقبه  
على العضله وتقلصها  
**Effect of Repeated Stimuli** تأثير المحفزات المتكرره  
إثر التدريب الرياضي والتكيفات في الجهاز العضلي  
أولاً : التغيرات البيوكيميائية  
ثانياً : التغيرات البنائية



## المبحث الاول العضلات muscles

### العضله muscle

إن أصل كلمة (muscle) الإنكليزيه جاء من اللغة اللاتينية (muscle) (ومعناها (الفأر الصغير) وفي اليونانية كذلك تعني كلمة (muscle) العضلة (الفأر) وسميت هكذا لأن حركات العضلات تشبه حركات الفأر الوثابة (أي إنه يتحرك بالوثب) , ويحتوي الجسم البشري حوالي (٧٠٠) عضلة وهي تشكل حوالي (٤٠-٥٠%) من الوزن الكلي للجسم .

تلعب العضلات دوراً هاماً في حياتنا منذ الولادة وإلى نهاية الحياة , إذ تقوم بتأدية الحركات الارادية والالارديه , فهي تنتج الحرارة الداخلية وتحرك الطعام خلال الجهاز الهضمي , وتضع الهواء في الرئة , وتعمل في التحرك و الجري والكلام .

رغم ان العظام والمفاصل تعطي الجسم الشكل المناسب وتساهم في توازنه الا انها تبقى غير قادره على تحريكه بمفردها , لهذا فإن العضلات تقوم بالدور الاساسي حيث تعطي الجسم القدره على الحركة وتمده بالطاقة والحراره وتساهم في اعطاء القوام .

تتكون الانسجه العضليه من خلايا متخصصه في الانقباض وتتحكم كمية الاوكسجين المستخدمه في مقدار تقلصها وانبساطها .

تتكون كل عضله من حزم عضليه في كل منها اليف ( خلايا) ويتألف كل ليف عضلي من عدة لويفات عضليه تحتوي على خييطيات عضليه ( الاكتين والميوسين) .

تقسم الانسجه العضليه الى ثلاث انواع على اساس تركيبى وظيفى:

### - العضلات المخططة الإرادية ( الهيكلية ) Vountary Muscles

تتصل بالجهاز العظمي لذا تسمى بالهيكلية . وتكون حركتها بأرادة الانسان لذا تسمى الاراديه ايضا ومن امثالها ( عضلات الاطراف).

**- العضلات الملساء اللاإرادية involuntary Muscles**  
تبطن الاحشاء وتنقلص لا اراديا لذا تسمى اللا اراديه كما في (عضلات الرحم , عضلات الهضم) .

**- العضلات القلبية Cardiac Muscles**  
لها تركيب مماثل للعضلات الاراديه ولكنها تقوم بوظائفها لا اراديا . تتميز انسجة العضلات بأن لكل منها تركيب ووظائف خاصه بها ولكن الوظيفة المميزه لهذه الانواع هي انتاج الحركه والتي تختلف باختلاف نوع العضله ففي العضلات الهيكلية تتمثل في حركة الهيكل العظمي بينما تتمثل في النوعين الاخرين بحركة محتويات الاعضاء الداخليه مثل الامعاء والقلب .

**اولا- العضلات الإرادية ( المخططه ) الهيكلية**  
تشكل العضلات الاراديه في جسم الرجل ٥/٢ من الوزن الكلي تقريبا وأقل بقليل عند المرأة . وهناك ما يقارب ( ٥٠٠ ) عضلة إرادية في الجسم. تعمل بشكل ارادي لذا تسمى العضلات الإرادية ( Vuntary Muscles ) , شكل ( ١٨ ) .

العضلات الاراديه تغطي الهيكل العظمي وتكون جميعها عضلات مخططه تتصل بالعظام لتحركها بالتناوب في التقلص والارتخاء في العضلات المتوافقه والعضلات المعاكسه في العمل , وتعمل هذه العضلات تحت سيطرة الجهاز العصبي المركزي بصوره تامه . عند اداء اية حركه فإن دفعة كهربائية صغيرة (Impulses) تترك المخ وتمر عبر الأعصاب الحركيه لتصل الى العضلات المعنية فتجعلها تتحرك ليتم عمل ما .

إن أهم ما يميز النسيج العضلي (Muscle tissue) هو قدرته على الانقباض عندما يثار بدفعة عصبية فيصبح قصيراً , وإذا حدث انقباض شديد فإن طول العضلة يقل بمقدار ٦٠% من طولها وهي مرتخية (Relaxed) كذلك تصبح العضلة أكثر سمكاً أثناء التقلص .

## علاقة العضلات بالعظام

تتصل معظم العضلات الإرادية بكل طرف من أطراف عظم أو أكثر من عظام الهيكل العظمي (skeleton) و الأرتباط (Attachment) القريب إلى مركز الجسم والذي يكون أقل تحركاً عند انقباض العضلة يسمى (المنشأ) (origin) في حين الأرتباط البعيد من المركز والذي يتحرك أكثر يدعى المدغم (insertion) ويسمى جزء العضلة بين النقطتين البطن (belly) .

تتفصل العضلات عن بعضها بأغلفة من الانسجة الضامة الكثيفة التي تمتد عند نهايتي كل عضله , حيث تتصل نهايات العضلات بأماكن اندغامها بواسطة أربطة تثبت أطراف هذه العضلات إلى العظم بواسطة شريط من النسيج الرابط يتكون من ألياف بيضاء قوية إلى حد كبير تدعى بالأوتار (Tendons) . وتأتي قوة العضلات عن طريق قوة هذه الأربطة .

تمر كل عضلة فوق مفصل أو أكثر وترتبط بالعظام وعندما تستقبل إحدى العضلات مثير عصبي فإنها تتقبض فوراً ويقترّب طرفيها من بعضهما البعض, ولما كانت أطراف العضلات مرتبطة بالعظام على ناحيتي المفصل فإن هذه العظام تقترب مع بعضها مع انقباض العضلة وبذلك يتغير موضع المفصل .

تختلف هذه العضلات في أطوالها وأشكالها وأحجامها بشكل كبير , فهي العضلات التي تمكننا من الحركة وذلك بنقل الأجزاء المختلفة من الهيكل العظمي الذي يعد من الروافع غير القادرة على الحركة . تعد العظام روافع والمفاصل نقاط ارتكاز لهذه الروافع وتتأثر الرافعة بقوتين عند نقطتين مختلفتين **المقاومه** ( هي قوة يمكن التغلب عليها ) و**الجهد** (القوه التي تبذل من اجل التغلب على المقاومه ) وقد تكون المقاومه وزن جزء من الجسم يراد تحريكه وفي هذه الحالة يبذل الجهد العضلي على العظم عند المغرز وينتج عن ذلك حركة العضو اذا مازاد الجهد على المقاومه ..

ان عمل العضلات يشبه فعل الروافع (العتلات) فحركة الجمجمه على العمود الفقري يمثل عتله من النوع الاول والوقوف على

رؤوس اصابع القدم يمثل عتله من النوع الثاني وثني الساعد على العضد وحركة الفك الاسفل للاعلى يمثل عتله من النوع الثالث.

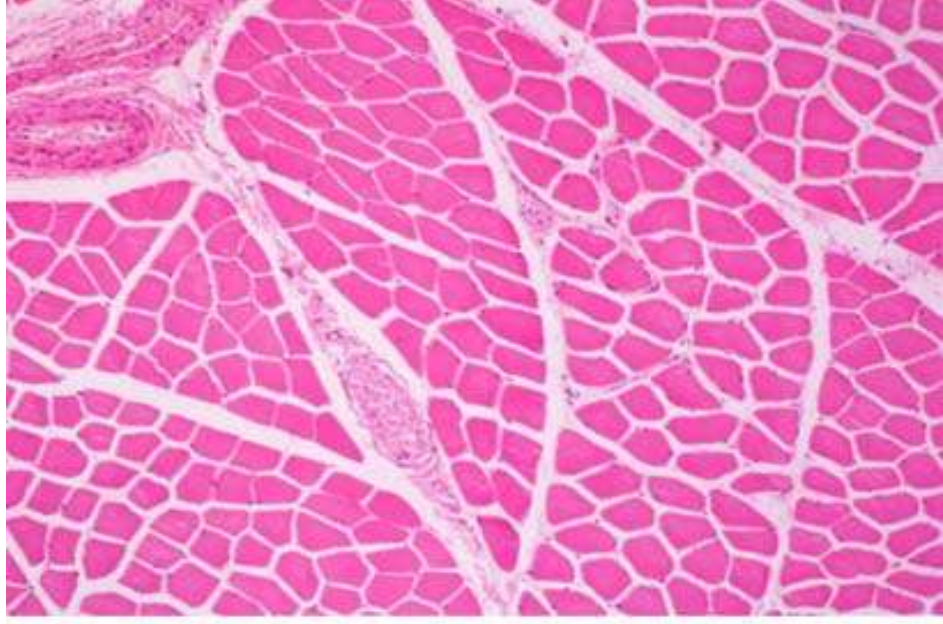
### التركيب النسيجي للعضلات الإرادية

تتكون كل عضله من حزم عضليه في كل منها الياف ( خلايا ) عضليه ويتألف كل ليف عضلي من عدة لويفات عضليه تحتوي على خييطات عضليه ( اكتين و ميوسين ) .

تعد الليفيه العضلية التي تمثل خليه عضليه واحده اكبر خلايا الجسم وتتكون من مجموعة خلايا , وهي اسطوانيه الشكل يحيطها غشاء رقيق ومطاطي متجانس , وتحتوي على عدة نوى بيضويه التي يحيط بها البرتوبلازم وعلى المايتوكوندرريا .

يوجد داخل غشاء الليفه العضليه سائل يحوي عدد من الخيوط الرقيقة تعرف (باللويفات العضلية) وتعطي هذه اللويفات التخطيط الطولي للعضلة , والليفه العضلية تتكون من جزيئات لها تركيب خاص تدعى (السااركومير) فيها مناطق لها القدرة على امتصاص الضوء ومناطق أخرى لا تمتص الضوء , حيث تظهر مضيئة , وتترتب اللويفات داخل الليفه العضلية بحيث تقع المناطق المعتمة بجوار بعضها تليها المناطق المضيئة وهكذا على طول العضلة , وهذا الترتيب يعطي العضلات تخطيطاً عرضياً ناتج عن تجمع المناطق المعتمة والمضيئة على التوالي .

تكون العضلات المخططة عادةً على شكل حزمة من الخيوط (الألياف) الرفيعة وتحمل خطوطاً مستعرضة , تحتوي العضلة المتوسطة الحجم حوالي ( ١٠ ) ملايين من الألياف العضلية وتشمل العضلات الهيكلية (عضلات الرأس , الجذع , والأطراف) التي يتم عملها بشكل إرادي عن طريق إيعازات تنقل إليها عن طريق المخ , وتتميز هذه العضلات بسرعة التقلص والانبساط بالمقارنه مع الانواع الأخرى .



Skeletal muscle 100x H&E

شكل رقم ( ١٨ ) يوضح تركيب العضلات الهيكلية ( الارادية )

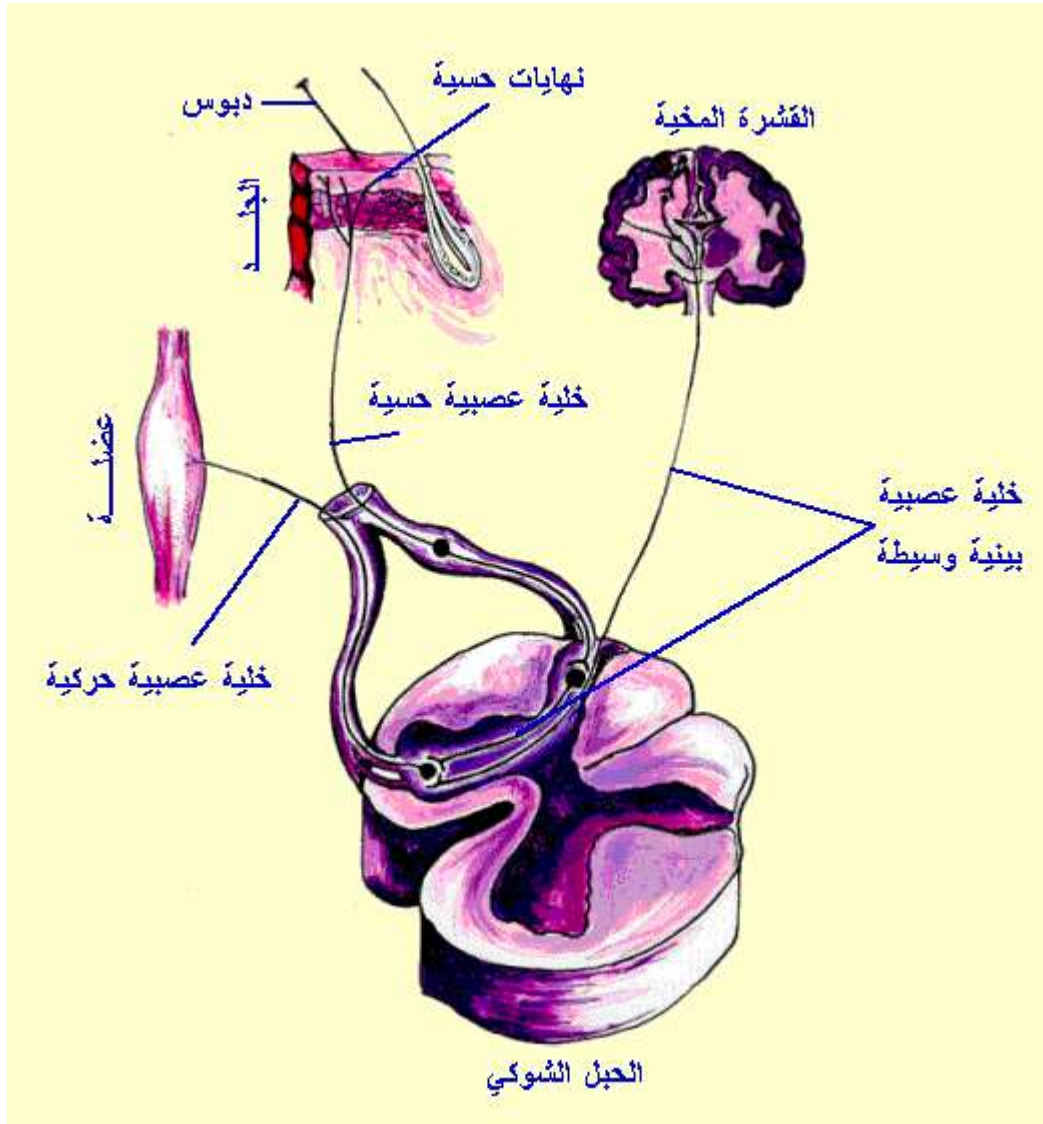
### التجهيز العصبي للعضلات الإرادية

تتصف العضلات الارادية كونها تعمل تحت سيطرة الجهاز العصبي المركزي بصوره تامه , حيث تجهز جميع العضلات الهيكلية بالالياف العصبية من الخلايا العصبية المتجمعه في القرن الامامي للنخاع الشوكي او المتجمعه في المراكز المتخصصة لنشوء الاعصاب القحفيه الحركيه وتسمى هذه المراكز بنواة العصب القحفي الذي يوجد في جذع الدماغ , وجميع هذه الاعصاب تجهز العضلات الهيكلية وتحفزها , حيث يصلها التحفيز من مراكز القشره الدماغيه او من مراكز الاستقبال في مختلف انحاء الجسم وخاصة سطح الجسم لذا فان الاعصاب الحسيه تسبب او لا الحوافز التي تحدث فعلا عضليا اراديا

يتحكم به الفرد , الحوافز الثانيه تسبب الافعال الانعكاسيه في العضلات نفسها كما في حالات التقلصات العضليه الناشئه من المراكز البصريه والسمعيه ومراكز التوازن وغيرها من المستقبلات , لكون عمل العضلات اراديا لذا فهي تخضع لسيطرة الجهاز العصبي المركزي بالرغم من ان بعض اعمالها انعكاسيه غير اراديه لذا يمكن القول ان للعضلات الهيكلية فعلا اراديا وهو الغالب والاخر غير ارادي ( انعكاسي ) , شكل ( ١٩ ) .

تعتمد العضله الهيكلية في وظيفتها على الالياف العصبيه التي تجهزها بالحوافز اللازمه حيث تمر الدفعات (المثيرات) العصبيه القادمة من المخ إلى العضلات الإرادية لينتج العمل , إن الحوافز تأتي من أسفل النخاع الشوكي (spinal cord) ثم إلى الخارج عبر الأعصاب الشوكية (spinal nerves) المناسبة إلى العضلات , ولكن بعض عضلات الرأس والوجه تصل إليها اعصاب من المخ ( carnial nerves ) مباشرة , وبشكل عام تحتوي العضلة على زوج من الأعصاب أحدهما يحمل الأحساسات (الحوافز) (العصب الوارد - الحسي) الى الجهاز العصبي المركزي والاخر (العصب الصادر - الحركي) ويسمىالعصب الحركي لأنه يحمل الأوامر بالحركة .

ويتشابه العصبان في التركيب والوظيفة ويقومان بنقل الحوافز , وحين يقترب العصب الحركي من العضلة تخرج منه ألياف عصبية التي تخترق غشاء الليفه العضلية ثم تتفرع داخلها (اي داخل العضلة) عندها يتحور سائل الليفه العضلية التي أخترقها العصب (الليفه العصبية) مكوناً ما يسمى باللوح الطرفاني (أو منطقة الأتصال العصبي العضلي) ولهذه المنطقة أهمية كبيرة في نقل الأشارات العصبية الحركية للعضلة والتي تسبب التقلص العضله , وتغذي كل ليفه عصبية حركية (٣:١٠٠) ليفه عضلية وإن تحفيز أي ليفه عصبية يولد إشارة عصبية ويحدث تقلص في جميع الألياف العضلية التي يغذيها ويطلق على الليفه العصبية ومجموعة الألياف العضلية التي تغذيها تسمية (الوحدة الحركية) ويتوقف عدد الالياف العضلية في الوحدات الحركية على دقة وظيفة العضلي فكلما ازدادت دقتها كلما قل عدد الالياف العضلية في الوحدة الحركية.



شكل رقم ( ١٩ ) الاعصاب الشوكية والفعل المنعكس والاعصاب الدماغية

## خصائص العضلات الإرادية

تختلف العضلات الإرادية في اللون فبعضها فاتح ويميل إلى اللون الأبيض تسمى بالعضلات الإرادية البيضاء والآخرى لونها غامق تسمى بالعضلات الإرادية الحمراء.

### أولاً- العضلات الإرادية البيضاء

- تتميز هذه العضلات بما يأتي :
- أغشيتها كبيرة وقوية
- تكون سميكة وتحوي على كمية أقل من السائل الليفي .
- تخطيطها العرضي واضح أما الطولي فلا يمكن تمييزه بسهولة .
- تحتوي على كمية أكبر من (ATP و CP إضافة إلى ألياف عاليه من (المايوفيرين) ,الفسفور , الكلايوجين )
- قلة نشاط الأنزيمات للطاقة الأوكسجينية للكلايوجين .
- قلة نشاط انزيمات الأوكسدة للأحماض الدهنيه.
- نشاط أنزيم ATP أكبر من الألياف الحمراء
- عدد بيوت الطاقة (الميتاكوندريا) أقل من الحمراء .
- عدد الشعيرات الدموية بكل ليفة أقل من الالياف الحمراء.
- سريعة التحفيز وتتميز بالانفعال العالي .
- سريعة الانقباض بسبب مورفولوجيتها الخاصة وتركيبها يساعد على السرعة لكونها تحتوي على خلايا عصبية ذات أجسام أكبر حجماً ومحورها أكبر , مما يقلل من مقاومة سرعة الإشارات العصبية , وعدد فروعها العصبية أكبر وهذا له تأثير في سرعة التوصيل (من الناحية الوظيفية) وسرعة تردد الإشارات العصبية .
- تحتاج إلى درجة أعلى من التحفيز لذا يجب أن تستخدم حوافز بدرجة عالية تسمح بإستثارة الوحدات الحركية السريعة للعمل , وتمتاز الوحدات السريعة بعدم مشاركتها في الانقباض العضلي الضعيف الأقل من ٦٠-٧٠% من القوة والسرعة القصوى .

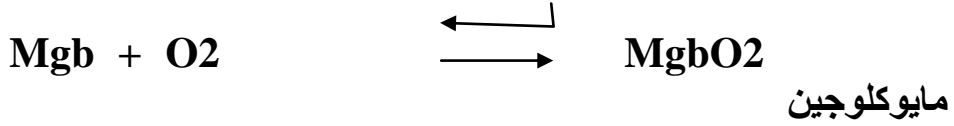


- تحضير الطاقة الأوكسجينية العالية والقصيرة مع بناء حامض لاكتيك عالي وقلة القدرة على التعبئة أثناء الحمل الأقل من القسوي أو المتوسط وزيادة التعبئة أثناء العمل لفترة قصيرة .

### ثانياً - العضلات الارادية الحمراء

وتتميز بما يأتي :

- الألياف الحمراء رفيعة غير ظاهرة ذات أقطار متغيرة
- بطيئة التحفيز وكذلك تنقلص ببطيء وبقوة .
- تحافظ على تقلصها مدة أطول بالمقارنة مع العضلات ذات الألياف البيضاء, لذا توجد في الأجزاء التي تحتاج حركتها إلى التقلص لفترة طويلة لكونها أقل تحفزاً من الألياف البيضاء .
- تحتوي على كمية أكبر من المايوكلوبين , إذ تحوي على خمسة أضعاف من المايوكلوبين الذي يعد من المواد المخزونة في الألياف العضلية والمايوكلوبين ( كريات بروتينية حمراء مع الحديد يوجد في العضلة ويحمل الأوكسجين , حيث يخزن الأوكسجين الإضافي ويعمل كأحتياطي ) .



ويتميز المايوكلوبين بأتحاده بالأوكسجين بشكل أفضل من الهيموغلوبين عند انخفاض الضغط الأزموزي لـ  $\text{O}_2$  حيث يزيد من قدرة العضلة على التمثيل الغذائي معتمداً على الأوكسجين مما يجعله أكثر تحملاً للعمل .

- تحوي على بيوت الطاقة (الميتاكوندريا) بنسب عالية , لذلك فإنها تكبر بشكل أكثر من الألياف البيضاء لوجود الطاقة فيها بشكل أعلى وأكثر وتتضخم بالتدريبات ذات الشدة الواطئة والتي تستمر لفترة طويلة (التي تعتمد على النظام الأوكسجيني) .

- تحوي على كمية عالية من الكلايوجين العضلي.
- نشاط الأنزيمات فيها عالي وتمتاز بصفة الأكسدة
- غنية بشبكة من الأوعية الشعرية

- زيادة في القدرة على التعبئة للحمل الأقل من القصوي والمتوسط والعمل لفترة طويلة .
- والإلياف الهيكلية الحمراء تنقسم إلى:
- الإلياف الحمراء البطيئة
- الإلياف الحمراء السريعة

### ثالثاً : هناك نوع ثالث من الألياف العضلية الهيكلية

يجمع بين الألياف الحمراء والبيضاء وتميل صفاته إلى هذا النوع أو ذاك حسب المتغيرات الكيميائية .

### انواع العضلات الهيكلية وفق عملها

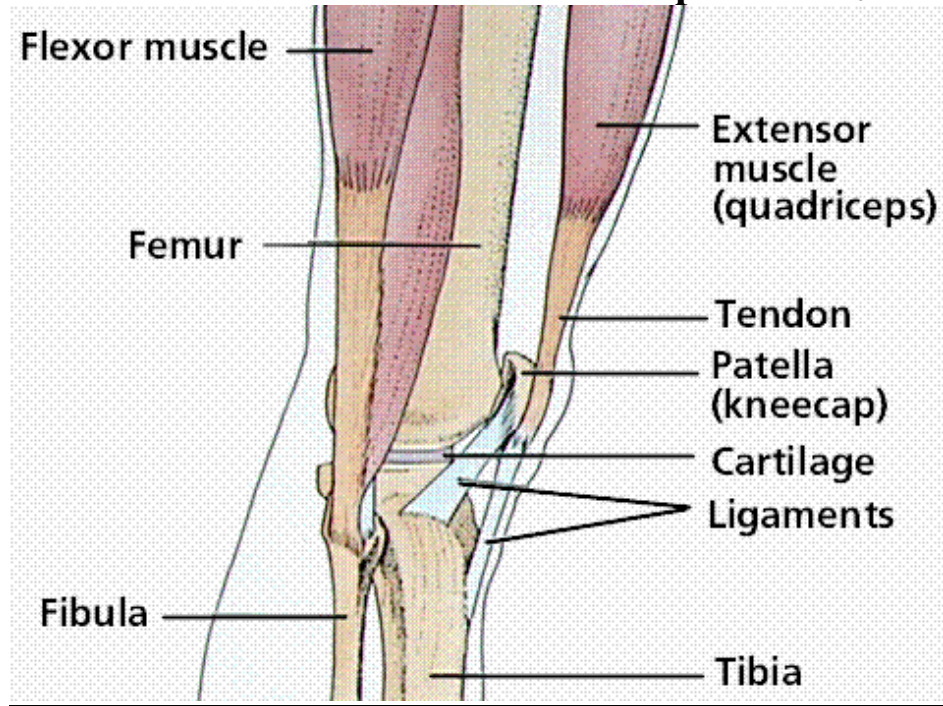
لكل مفصل عضلاته التي تحركه في كل اتجاه , كذلك تقوم العضلات في تثبيت المفاصل (كما في عضلات الأطراف السفلى) , شكل (٢٠)

ان القليل من العضلات الإرادية لا ترتبط بالعظام ولكنها تتخذ لنفسها مكاناً داخل الأنسجة الرخوة , ويوجد العديد من هذه العضلات في الوجه حين يؤدي انقباضها إلى تغير في شكل الفم والعين والوجه عند الكلام أو الأكل أو عند التغيير بالملامح .

توجد العضلات في طبقات متعددة العمق وان العضلات التي تثني المفاصل تسمى بالعضلات المثنية (flexors) والعضلات التي تبسط المفاصل تسمى بالعضلات الباسطة (Extensors) ولكن هذا لا ينطبق على مفصل العقب (Ankle) فهو مفصل منحني إلى الأمام وينثني عندما تمد أصابع القدم (Toes) وينبسط عندما تقف , أما العضلات المبعدة هي التي تحرك الجسم بعيداً عن الأجزاء المجاورة لها (Abductor) والعضلات المقربة (Adductor) فتعمل عكسها أي تقرب الأجزاء إلى الداخل , كذلك يتميز الساعد بأداء حركات خاصة فالعضلات التي تجعل راحة اليد إلى الأسفل تسمى بالعضلات الباطحة (pronator) أما العضلات التي تدير راحة اليد إلى الأعلى فتسمى بالعضلات الطارحة (supinator) .

وبذلك فإن العضلات تقسم وفق عملها الى :

- العضلات الضامه ( الثانيه) **Fixor**
- العضلات الماده (الباسطه) **Extensor**
- العضلات المقربه **Adductor**
- العضلات المبعده **Abductor**
- العضلات المدوره **Rotator** وتشمل
- الباطحه **Pronator**
- الطارحه **Supinator**



شكل رقم (٢٠) يبين انواع العضلات الهيكلية وفق عملها

## انواع العضلات الارادية وفق شكلها وتنظيم اليافا

### - الريشية

تشبه شكل الريشه ورنجه بشكل مائل من المنشأ الى المدغم من جهه واحده او من الجهتين .

### - المتوازيه

تتجه اليافا بشكل متوازي من المنشأ الى المدغم وتكون بشكل رباعي الاضلاع او على شكل شريط .

### - المثلثه

تكون مسطحه تشبه المروحه اليدويه تتجمع اليافا من المنشأ الى المدغم كالمروحه .

### - المغزليه

تشبه المغزل حيث تتباعد اليافا عند المنشأ وتتقارب وسط العضله نحو المدغم .

من الجدير بالذكر ان لاتجاه العضله اهميه كبيره في تحديد اتجاه السحب والذي يتم في المحور الطولي للالياف العضليه فقط , ولمعرفة اتجاه الالياف يجب معرفة منشأ ومدغم العضله الذين ينتهيان بوترين قصيرين , حيث يبقى وتر الارتكاز ثابت اثناء الحركه والثاني اي المدغم يكون اطول حيث يمثل وتر العمل الذي يتحرك في اتجاه خط السحب للالياف العضليه نحو المنشأ .

## ثانيا - العضلات الملساء (الارادية)

تتكون من خليه واحده طويله نواتها مركزية والمادة الحية (الهيولي) متجانس , ولذا سميت بالعضلات الملساء , وتتجمع ألياها على شكل حزم وتتكون هذه العضلات من خلايا أو ألياف مستطيلة لاتحتوي على خطوط مستعرضة , وهي غير متصله بالهيكل العظمي كما في العضلات المخططة , شكل (٢١).

تكون ألياف العضلات الارادية طويله ورفيعة تمتد بشكل متوازي (parallel) مع بعضها حيث تشكل خلايا العضلات وتتكون من النواة

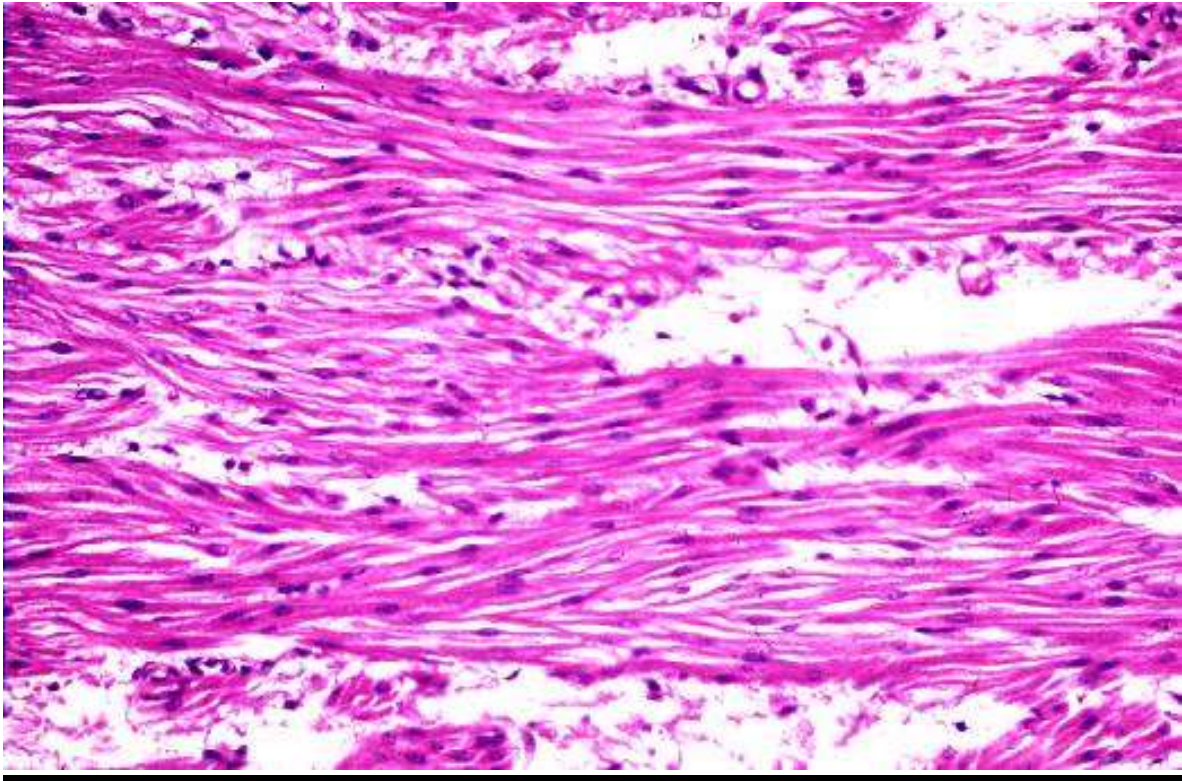
(nucleus) ومن بلازما الخلية في شكل مغزل طويل ، وهذه العضلات أليافها وأنسجتها ناعمة لذلك تسمى (بالأنسجة الناعمة) للتقريب بينها وبين ألياف العضلة المخططة. تغطي هذه العضلات في الغالب جدران الاجهزه الداخليه الاعضاء ( المجوفه ) , و تحيط بجميع الأعضاء المجوفة مثل (المعدة و الإمعاء والقصبة الهوائية والأوعية الدموية , المثانة , الرحم ) , وتكون جزءاً كبيراً من سمك الشرايين , حيث تساعد في المحافظة على ضغط الدم عند المستوى الطبيعي , كذلك تزود كل بصيلة شعر بعضله لارادية دقيقة يكون انقباضها مسؤولاً عن حركة الشعر , وهذه العضلات تنمو قبل غيرها في الكائنات الحية ولا نستطيع تحريكها بإرادتنا لذا سميت بالعضلات اللارادية.

### العضلات الملساء (الارادية) والتجهيز العصبي involuntary

تقبض العضلات الملساء (الارادية) تلقائياً وتعمل بشكل ذاتي , وهي تقوم عادةً بالوظائف الداخلية للجسم. تتميز العضلات بشكل عام بخاصية التقصير وقدرتها على التقلص حيث يتم سحب الأنسجة المرتبطة مع نهايات العضلة فتقترب مع بعضها البعض ، أما في حالة الخطوط الدائرية للعضلة اللارادية (كما هو موجود في جدار الأمعاء) فإن تأثيره يتم بتضييق التجويف الموجود في وسطها وهكذا تدفع محتوياتها إلى الخارج . إن العضلات اللارادية تصدر لها الأوامر من الجهاز العصبي الذاتي (Autonomic-system) وهو جزء من الجهاز العصبي المحيطي ، ولا تتحكم في حركة هذه العضلات الإرادة الشخصية .

### تختلف العضلات الملساء عن المخططة بما يأتي :

- العضلات الملساء أبطأ من العضلات المخططة .
- العضلات الملساء تستهلك طاقة أقل من العضلات المخططة .
- العضلات الملساء تستمر في التقلص فترة أطول من العضلات المخططة .

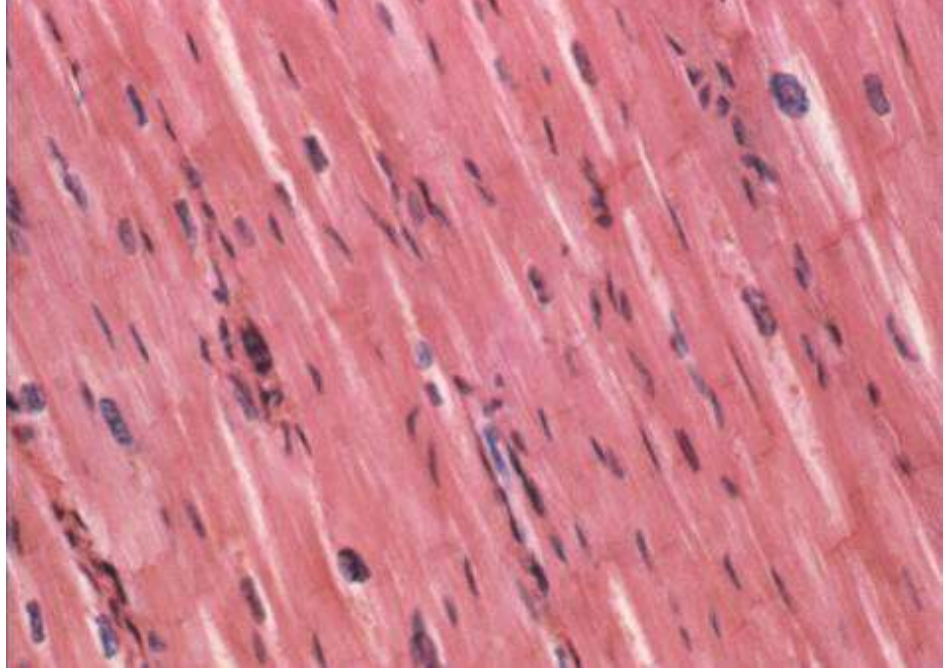


شكل رقم ( ٢١ ) يبين تركيب العضلات الملساء ( اللارادية)

### ثالثاً- العضلة القلبية

هي أهم عضلة في الجسم ، حيث تتكون من ألياف عضلية مرتبة ومتشابكة بطريقة معقدة تحوي على نواة مركزية وتمتاز العضلات القلبية عن غيرها بوجود اقراص بينيه تساهم في تقوية النسيج وتجعل عضلات القلب تتقبض كوحده واحده , وهي عضلة على درجة عالية من القوة ، وذلك لأنها تعمل عملاً شاقاً ومستمراً وبدون راحة . فالعضلة

القلبية تتوسط النوعين العضليين من حيث التركيب والوظيفه حيث تشابه العضلات الهيكلية كونها عضلات مخططه كما تشبه العضلات اللاإرادية في عملها الذاتي غير الإرادي , وتعمل بدون حاجتها الى الحوافز من الجهاز العصبي المركزي وتختلف عنهما كون خلاياها ( أليافها العضليه ) غير منفصله عن بعضها ومتصله مع بعضها ومتواصله بشكل يظهر العضله وكأنها تركيب واحد متعدد النوى والذي يطلق عليه ( syneytium ) تتفرع وتتقاغر مع بعضها خلال جسور المادة الحية , ولهذا السبب فإن الحافز يحدث تأثيرا واحدا على جميع الخلايا العضليه في العضله القليه وفي ان واحد , اي ان جميع الياف العضله القليه تنقلص مره واحده في كل ضربه قلبية، وهذا مايجعل عمل العضلة القلبية اي (تقلصها) يحدث بشكل أقل تعباً , وينتشر التقلص في جميع أجزائها ولا تستجيب العضلة القلبية لمنبه ثاني عندما تكون في حالة تقلص وهذا أمر ضروري لعملها والذي يتطلب هذا التركيب , شكل (٢٢) .



## شكل رقم ( ٢٢ ) يبين تركيب العضله القلبيه

### خواص الالياف العضليه بشكل عام

- القدرة على الاستجابة للمؤثرات
  - القدره على نقل التغيير الناتج عن الحافز من نقطه الى اخرى اي لهه قابلية التوصيل
  - القدره على التقلص والانبساط
  - قدرة المحافظه على شكلها ( اي لها صفة الزوجه )
- وعند تقلص العضله تنتج حراره اذا لم تقصر اليافها , ولكن عند قصر اليافها فأن جزء من الطاقه الناتجه يتحول الى عمل ميكانيكي (نشاط ) والباقي يظهر على شكل حراره .

### الجزء التقلصي في الليفه العضليه

تتميز مادة البروتوبلازم في جميع خلايا الجسم بخاصية القدرة على التقلص وتزداد هذه الخاصيه في الليفه العضليه , لان التركيب الكيميائي الطبيعي للجزء التقلصي في الليفه العضليه لا يختلف عن تركيب البروتوبلازم .

تنتظم اللويفات في الحاله الطبيعيه بشكل طولي حيث تعطي الشكل الخيطي وتنتصل الاجزاء المتجاوره بعقد وعلى ابعاد متساويه مكونه شبكه , وان اي مؤثر سواء كان ميكانيكيا او حراريا او كيميائيا او كهربائيا يؤثر على هذا التنظيم ويسبب قصرا في طول اللويفه اي (تقلصا) , وتتكون العضله من الالاف الوحدات العضليه ( الالياف ) التي تنتظم بشكل متوازي او متوالي حسب وظيفه العضله وتتجمع الالياف العضليه على شكل حزم يغلفها غشاء ضام ثم تتجمع لتكون حزم اكبر يغلفها غشاء اكثر متانه وهكذا تتكون العضله . وتتقلص العضله عندما تقصر اليافها ولا تقصر الياف العضله في اقصى تقلص لها عن ( ٥٥ - ٦٥ % ) من طولها الكلي .

### المواد الداخلة في تركيب العضلة

يدخل في تركيب العضلة المواد الآتية :



- الماء ويشكل ٨٠% .
- المواد الزلالية وتشكل نسبة ( ١٤ - ١٦ % ) من وزن العضلة
- المواد النشوية ، الدهون ، الأملاح العضوية وغير العضوية وتشكل نسبة (٥%) من مواد العضلة .
- هذه المواد بعضها يدخل في تركيب (تكوين العضلة) والأخر يساهم في إنتاج الطاقة اللازمة للنشاط مثل (الأملاح المعدنية ، البوتاسيوم ، الفوسفور ، الكلور ، الصوديوم ، المغنيسيوم ، الكالسيوم) وكذلك السكريات والدهون ويشكل الكلايكونجين (١٣ - ١٥) غم / كغم من وزن العضلة .
- توجد مواد أخرى مهمة لإنتاج الطاقة مثل ثلاثي فوسفات الأدينوسين ATP وكذلك فوسفات الكرياتين CP والتي تتميز بإنتاج الطاقة السريعة للنشاط العضلي ولها أهمية كبيرة في إنتاج الطاقة اللازمة للعضلة عند تقلصها .

- المواد البروتينية وتنقسم الى
- مواد ذائبة في سائل الليفه العضليه والتي تساعد في بناء مادة العضله ونموها
- مواد صلبة لها اهمية كبيره في الوظيفة العضليه واهمها (الميوسين , الاكتين ، والاکتوميوسين )
- الميوسين
- يشكل الميوسين ٤٠% من المواد البروتينية لليفة العضلية وتتكون جزيئاته من سلاسل .
- الاكتين
- يشكل نسبة ١٢-١٥% من المواد البروتينية للعضله ويظهر على حالتين اما خيطي او كروي , وذلك حسب الوسط الموجود فيه وهو ايضا قابل للتحويل من حاله الى اخرى .
- الاکتوميوسين
- هو اتحاد الميوسين مع الاكتين بنسبة ٣:١ ويوجد بحاله خيطيه او كرويه

وتحتوي العضله مواد بروتينية اخرى تتحول الى الميوسين عند الحاجة .

#### - هيموكلوبين العضله (المايوكلوبين)

هي ماده حمراء اللون يكثر وجودها في الالياف العضليه الحمراء , لها القابليه على حمل الاوكسجين اكثر من هيموكلوبين الدم, ويعد هيموكلوبين العضله من العوامل المهمه في النشاط العضلي وتقل نسبته اذا توقف العمل العضلي .

#### - الكلاوجين (النشا الحيواني)

يوجد بنسبة (٥,٥) غرام / ١٠٠ غرام من وزن العضله , وتحتوي عضلات الجسم بكاملها حوالي ( ١٥٠ - ٢٥٠ ) غرام من النشا الحيواني حيث تحتوي الالياف الحمراء على ( ٣/٢ - ٥/٣ ) ماتحويه الالياف البيضاء , وتتنخفض نسبة الكلاوجين عند تقلص العضله , وقد يختفي اذا ازداد النشاط وعند التعب , ويعود بعد الراحة الى نسبته الطبيعيه . يتحلل الكلاوجين لانتاج الطاقه اللازمه للنشاط العضلي فيتحول الى الكلوكوز والى حامض اللبنيك الذي يتراكم في العضله بعد اداء الجهد البدني ويحدث التعب عندما تبلغ كمية حامض اللبنيك حدا معين (اكثر من ١٠٠ ملغم ) .

## المبحث الثاني **فسيولوجيا الحركة**

الحركة هي الصفة الحيويه في الجسم والتي تنتج عن تقلص عضله او مجموعة عضليه , وتبلغ كتلة العضلات ٣/١ كتلة الجسم وتزداد هذه النسبه عند الرياضيين الى ٥/١ .

يسمى التقلص العضلي الذي يتم بتقصير طول الالياف العضليه ( **التقلص المركزي**) اما التقلص الذي لا يؤثر على طول الالياف العضليه فيسمى ( **التقلص الثابت**) حيث تبقى العضله على طولها الاعتيادي , ويحدث احيانا **تقلص مختلط** حيث يتغير طول العضله وشدة تقلصها في ان واحد .

يختلف عمل العضله الحركي عند العمل **العضلي الثابت** وهو يؤدي الى التعب السريع وذلك بسبب التقلص المستمر الذي يقلل من كمية الدم الوارده الى العضله نتيجة ارتفاع الضغط داخل النسيج العضلي بينما في **العمل الحركي** يتناوب تقلص المجموعات العضليه لذلك لا يحدث التعب .

تغيير طول العضله وشدة تقلصها يتم بواسطة الحوافز العصبية ويستمر العمل العضلي باستهلاك الطاقة وتزداد شدة التقلص بزيادة شدة المنبه العصبي وازدياد عدد الالياف العضليه المشاركه في التقلص . يتوزع الجهد العضلي على الالياف العضليه بحيث لا يحدث تعباً سريعاً واجهاداً ويمكن زيادة قوة التقلص العضلي بتحديد وقت العمل ثم الراحة .

ان قوة العضله لا ترتبط بعدد الالياف العضليه المشتركه ومساحة العضله بل على **الحوافز التي تصل من الجهاز العصبي المركزي ومن الجهاز العصبي الذاتي التي تعمل على التأثير على التقلص** وكذلك توقف العمل العضلي .

## العمل العصبي العضلي

يحدث التقلص العضلي عندما تتقلص الياف العضلات, وحين يقترب العصب الحركي من العضلة تخرج منه ألياف عصبية التي تخترق غشاء الليفه العضلية ثم تتفرع داخلها (اي داخل العضلة) عندها يتحور سائل الليفه العضلية التي أخترقها العصب (الليفه العصبية) مكوناً ما يسمى باللوح الطرفاني (أو منطقة الأتصال العصبي العضلي) ولهذه المنطقة أهمية كبيرة في نقل الأثرات العصبية الحركية للعضلة والتي تسبب التقلص العضلي ,

منطقة اتصال الليفه العصبية بالعضلة تسمى ب (اللوح الطرفاني النهائي) وتنتقل الإثرات العصبية من العصب الحركي عبر اللوح النهائي ليفرز مادة كيميائية تسمى (استيل كولين) التي تصنع في سايتوبلازم الاعصاب الحركيه حيث يخزن في حوصلات خاصه بذلك .عندما يصل المنبه الى نهاية العصب الحركي تطلق كميته من الاستيل كولين في الحيز الواقع بين النهايات العصبية والخلية العضليه لينتشر في الحيز ويتحد مع مستقبلات بروتينية في غشاء الخلية العضليه مما يسبب تحفزها ويولد منبه الى داخل الخلية العضليه خلال الانبيبات المستعرضه , وكاستجاب له لذلك تطلق أيونات الكالسيوم من الشبكه البلازميه العضليه في سايتوبلازم الخلية العضليه , مما يؤدي الى تنشيط انزيم ATP ase الموجود في نهايات لوفيات الميوسين وتوليد الطاقه اللازمه لتكوين جسور عرضيه بين خيوط الاكتين والميوسين ويستمر هذا الانقباض بتوفر الكالسيوم , وعند عودة الكالسيوم الى الشبكه الاندوبلازميه ثانياً تتحطم الجسور العرضيه وتسترخي الألياف العضليه , ثم يقوم انزيم (كولين استيراز) الذي يوجد في اغشية الصفيحه العضليه بتفكيك مادة الاستيل كولين لإبطال مفعولها وإيقاف الأقباض العضلي فيحصل الأنبساط ( الراحة) وهذا يمنع الانقباض المستمر وبذلك يحمي العضله من الاجهاد العضلي .

## الوحده الحركيه motor unit

تغذي كل ليفه عصبية حركيه ( ٣:١٠٠ ) ليفه عضليه وان اي تحفيز للليفه العصبية تتولد اشاره عصبية , ويحدث تقلص جميع الالياف العضليه التي تغذيها , ويطلق على الليفه العصبية ومجموعة الالياف العضليه التي تغذيها ( **الوحده الحركيه** ) ويتوقف عدد الالياف العضليه في الوحدات الحركيه على دقة وظيفه العضله , وكلما ازدادت دقة حركتها كلما قل عدد الالياف العضليه في الوحده الحركيه .

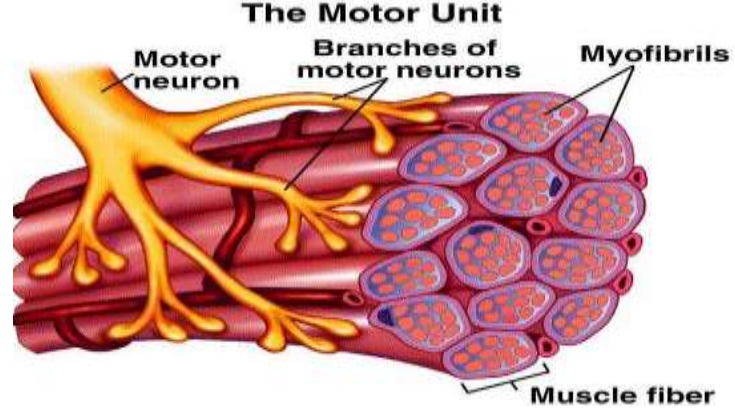
العضله الهيكلية تتكون من عدة الياف ويختلف عدد هذه الالياف تبعا لنوع العضله وحجمها وقد يبلغ ( ٣٠٠٠-٤٥٠٠ ) ليفه عضليه وتجهز هذه الالياف بألياف عصبية حركيه البعض منها تجهزه ليفه عصبية واحده وبعضها اثنان او اكثر وهذا يعود الى نوع وحجم وطول الالياف العضليه , الا ان التجهيز العصبي للالياف العضليه مرتب على قاعدة ( **الوحدات المجمع** ) اي ان لكل ليفه عصبية واحده مجموعه من الالياف العضليه يتراوح عددها ( ١٥٠ ) ليفه عضليه وهذه المجموعه تشكل وحده واحده يطلق عليها **الوحده الحركيه للعضله ( motor unit )** , شكل (٢٣) ويمكن تعريفها :

مجموعه من الالياف العضليه والعصب او الاعصاب المجهزه لها وتختلف عدد الوحدات الحركيه في العضلات وقد يصل الى ( ١٠ - ٥ ) وحده او يزيد عن هذا الحد في العضلات الاخرى وفقا لحجم ووظيفة العضله .

تنشأ الليفه العصبية الواحد من خليه عصبية واحده موجوده في ماده السنجايبه للجهاز العصبي المركزي وتتجمع عادة هذه الخلايا ( التي تكون الالياف العصبية الحركيه ) مكونه مجموعه من الخلايا تسمى ( **مركز العصب** ) ويطلق عليها ايضا البركه العصبونيه المحركه وقد تتحصر في موقع معين في النخاع الشوكي او تمتد الى اجزاء النخاع الاخرى المجاوره .

ان تحفيز خليه او ليفه عصبية للعصب المحرك بمحفز ذو قوة كافيه يحدث تقلصا في الالياف العضليه التي يجهزها ذلك العصب اي يحدث فعلا في وحده حركيه واحده في تلك العضله , اما اذا شمل تأثير التحفيز اثنين تتقلص وحدتان واذا اكثر من ذلك زاد عدد الوحدات

الحركية المتقلصه في العضله الواحده واذا شمل المحفز جميع الالياف العصبية في العصب المحرك يسبب تقلص جميع الوحدات الحركية في العضله الواحده اي يحدث تقلص عضلي تام في العضله الهيكلية بكاملها وهذا يفسر ظاهرة التدرج في قوة التقلص العضلي في العضلات الهيكلية .



شكل رقم ( ٢٣ ) يبين الوحدة الحركية

### نقل المثيرات العصبية للعضله

تتقل الاثارة العصبية من الجهاز العصبي المركزي (المخ والحبل الشوكي) ثم إلى الجهاز العصبي المحيطي ثم إلى الألياف العصبية حيث توصل نهايات الأعصاب الحركية إلى خلية عضلية مما يسبب حدوث التفاعلات الكيمياوية التي تحقق الانقباض العضلي حيث إن لكل عضلة عصبين :

- عصب وارد (حسي) .

- عصب صادر (حركي) .

يتشابه العصبان في التركيب والوظيفة ويقومان بنقل الحوافز وعلى الرغم من تشابه تكوين الخلايا العصبية فإنها تنقسم إلى ثلاثة أنواع لكل منهما وظائفه وتركيبه :

### - الخلايا العصبية الموردة (الحسية)

تنتقل الإشارات العصبية من خارج الجسم إلى داخله عبر المستقبلات الحسية المختلفة ومن نتوءات الخلايا العصبية الأخرى .

### - الخلايا العصبية المصدرة (الحركية)

تنتقل الإشارات العصبية من الجهاز العصبي المركزي إلى الأجهزة والأعضاء الخاصة بالحركة وتوجد أجسام الخلايا العصبية الحركية للعضلات الهيكلية في النخاع الشوكي في أهداب ومحور الخلايا العصبية .

### - الخلايا العصبية الداخلية :

هي أقل الخلايا العصبية حجماً وتقوم بربط الخلايا الحسية والحركية وتحقق تأثيرها على المستوى الأفقي وليس أسفل – أعلى أو بالعكس ونظراً لتعدد محاورها , لذا فإنها تستطيع تنبيه عدد أكبر من الخلايا العصبية في وقت واحد

### التقلص العضلي

تعمل العضلات جميعها بنفس الطريقة مهما كان نوعها , وذلك عن طريق التقلص والإنبساط . وعندما تتقلص العضلة يقل طولها بمقدار ١/٥ تقريباً من طولها الكلي .

إن جميع أنواع العضلات سواء كانت مخططة أو ملساء ( إرادية أو غير إرادية) لا تتقلص إلا ان تستثار, والمثير رسالة تمرر إلى العضلة عن طريق الأعصاب , وتأتي هذه الإيعازات من المخ في حالة العضلات الإرادية , أما في العضلات غير الإرادية فتتلقى رسالتها من الجهاز العصبي السمبثاوي (الجهاز العصبي الذاتي) في العنق والصدر والبطن .

عندما تتقل الأعصاب إيعازاً إلى العضلة تتحول الطاقة الكيميائية (الموجودة أصلاً في الخلية) إلى طاقة ميكانيكية (حركية) عبر آلية معينة , ففي العضلات المخططة ينطبق قانون عمل العتلات عليها

حيث يمثل التقاوص العضلي القوة والجزء المتحرك المقاومه ويعمل المفصل نقطة ارتكاز .

يظهر المنبه المحرك للعضله بشكل تيار كهربائي عند منطقة اتصاله بالالياف العضليه في الصفيحه النهائيه ( اللوح الطرفاني) والتي تعمل بتأثير الوسيط الكيمياءى ( الاستيل كولين) الذي يفرز في نهاية العصب من كل فرع من الفروع النهائيه للعصب الحركى ويجهز حوالي ( ١٠٠ ) ليف عضلى ويكون معه مايسمى بالوحدة الحركيه للعضله والتي تقوم بتقلص العضله .

يحدث التقاوص العضلي عندما تقصر الالياف العضليه بتأثير المنبه العصبى , والذي ينتشأ من الخلايا الحركيه لقشرة الدماغ ويسير باتجاه النجاع المستطيل وينتهي في عضلات الجهه المقابله حيث انه كما سبق ذكره في الفصل السابق ان المنبه الناشىء من الخلايا الحركيه لقشرة الدماغ في الجهه اليمنى ينتهي في عضلات الجهه اليسرى للجسم والعكس صحيح , والمنبه ينتقل حتى نهايته بالصفيحه العصبيه والتي بدورها تنقل الايعاز الى الالياف العضليه , ولا تسمح الا للمنبه العصبى الحركى ذو الشده المعلومه والكافيه لتنبيه الليف العضلى ولا تتم استجابة الليف العضلى ولا يتقلص عندما يكون المنبه بشده منخفضه.

عند تقلص العضله بأكملها وبعد عدة تقلصات (كما في حالة الجهد على الشده) يصيب العضله التعب وهذا يرجع إلى تراكم حامض اللبنيك حيث يتجمع في العضلات وعند الراحة يتلاشى هذا الحامض ويذهب قسم منه عبر الأوردة حيث يتم اتلافه في الكبد وبوجود الأوكسجين , حيث يتم تأمين كمية أوكسجين إضافية لهذه العمليات عن طريق التنفس السريع والعميق الذي يحدث أثناء التمرينات الشديده .

### مصادر الطاقه للانقباض العضلى

مصدر الطاقه المتحوله في العضله هو المواد الغذائيه حيث ان ٤٠% من الطاقه في العضلات تأتي عن طريق التمثيل الغذائى الذي يتم في العضلات وترتفع هذه النسبه الى ٩٠% في حالة الجهد .



تحصل الخلايا العضلية على طاقتها من جزيء ATP الذي يحوي روابط فوسفاتيه غنيه بالطاقة ومن فوسفات الكرياتين CP, ويوجد هذا المركب في الخلايا العضلية بكميات محدوده , وهو يزود جزيء ADP بمجموعة فوسفات ويعاد تكوين ATP باستمرار .  
عند نفاذ مخزون فوسفات كرياتين, كما يحدث اثناء النشاط العضلي فان تلك العضلات تعتمد على التنفس الخلوي كمصدر طاقه للحصول على كميات كبيره من ATP .  
تحتاج الخلية العضلية ايضا للاوكسجين الذي يحمل في خلايا الدم الحمراء بواسطه الهيموجلوبين ( الميوجلوبين myoglobin ) الذي يوجد في الخلية العضليه .

### انواع التقلص العضلي

ينقسم التقلص العضلي الى :

**اولا - التقلص الثابت الشد (ISOTONIC CONCENTRATION)**  
فيه يقل طول العضله عندما ترفع ثقلا معيننا ثابتا فتنجز شغلا ( الشد العضلي يبقى ثابتا اثناء التقلص) .

**ثانيا- التقلص ثابت الطول (ISOMETRIC CONCENTRATION)**  
فيه يبقى طول العضله ثابت ولا يقصر ولا ينجز شغلا لان العضله لا ترفع ثقلا بالرغم من زيادة الشد العضلي فيها الى الحد الاقصى اثناء التقلص .

### التقلص العضلي البسيط SIMPLE MUSCLE TWICH

اذا حفزت العضله مباشرة او بوساطة العصب الحركي فأنها تتقلص تقلصا بسيطا يتمثل بحركه آليه خاطفه تسمى ( التقلص العضلي البسيط) الذي يستغرق فتره زمنيه معينه ومن ثم يعقبه الارتخاء العضلي .

### ادوار التقلص العضلي

تمر العضله اثناء التقلص العضلي بثلاثة ادوار هي:

## اولا - دور الكمون LATENT PERIOD :

والذي يتمثل بالفتره الزمنية المستغرقة بين لحظة التحفيز وبدأ التقلص ومدته اعشار الثانيه ويتحدد حسب نوع الكائن الحي ونوع العضله المحفز ه ولا تظهر في هذا الدور اي حركه آليه وتبقى الحركه ظاهريا كامنه وكأنها غير متأثره ولكن تحصل فيها تغييرات غير آليه مثلاً ( كهربائيه او تهيجيه او كيميائويه) . وفي هذه المرحله يتم نقل القدرة الحركية من العصب الحركي إلى الخلايا العضلية والترابط الكهربائي

### ثانيا - دور التقلص العضلي

اي انقباض الألياف العضلية (Myofibren) وفي هذه المرحله تظهر العضله حركه خاطفه ويقصر طولها ويزداد سمكها وتبقى في هذه الحاله حوالي ( ٠,٠٤ ) من الثانيه يعقبها مباشرة الدور الاخير حيث تنتهي الحركه.

### ثالثا - دور الأرتخاء العضلي

يرجع طول العضله وسمكها الى حالة قبل التحفيز ويستغرق ذلك حوالي (٠,٠٥) من الثانيه .

## ظاهرة التدرج في التقلص العضلي

اذا تم تحفيز العضله بمحفز معين تظهر تقلصا ذي قوه معينه , واذا زادت قوه التحفيز يزداد التقلص تبعا لذلك , اي يزداد التقلص بأزدياد قوه المحفز ( تناسب طردي).ولكن هذا التناسب يتوقف عندما تصل قوه التقلص حدا معيناً , حيث تثبت قوه التقلص عند حدها الاقصى بدون زياده مهما ازدادت قوه المحفز ( قوه تقلص عظمى) ولا تحدث تقلصا اقوى منه مهما ازدادت قوه المحفز .

## العوامل التي تؤثر على التقلص البسيط

### اولا- نوع العضله

سرعة التقلص تختلف وفق نوع العضله والالياف المكونه لها ووفقا لذلك يمكن تقسيم العضلات الى ماييلي:  
- العضلات التي تتميز وظيفتها بالدقه تمتاز بسرعه التقلص كما في عضلات (العين) .

- العضلات التي تؤدي حركات عامه غير دقيقه , التقلص العضلي فيها يكون ابطاً كما في ( حركات الذراعين والخذ )  
- العضلات التي تتميز بتغلب الالياف العضليه الحمراء يستغرق مدة التقلص فيها مدة اطول وهي ابطاً في سرعتها من العضلات ذات الالياف البيضاء التي تكون سريعة التقلص , ولكن لايدوم التقلص مدة طويله .  
ومن الجدير بالذكر ان جميع عضلات الجسم تكون في حالة مط دائم فإذا قطعت العضله الى جزئين كل جزء يتقلص ويقصر .  
- ان قوة التقلص تتناسب طرديا مع طول الالياف العضليه الى حد معين لطول الليف , اي ان الالياف العضليه الاكثر طولاً تكون اقوى تقلصاً وذلك يتوقف على الطول الاساسي للعضله لا طولها بعد المط , لان ذلك يحدث العكس اذا سلطت قوة خارجيه بمط اكثر وتضعف قوة التقلص ( المط اكثر من حد معين) بالرغم من زيادة طولها .  
- العضله القلبيه تضعف عندما يزداد او يتوسع القلب , بسبب الضغط المسلط عليها من الداخل ) وهذا ينطبق في الحالات المرضيه فقط اما التوسع الحاصل بسبب التدريب الرياضي له تأثيرات ايجابيه على وظائف العضله القلبيه .

### ثانيا- الحراره

الحراره تؤثر على التقلص العضلي البسيط وتزيد من قوة التقلص لفته قصيره . كما تزيد من قوة وسرعة التفاعلات والتغيرات الكيميائيه , لذلك تزداد كمية المخلفات العضليه التي تمنع انتقال الحوافز من ليفه عضليه الى اخرى فيتجمع حامض اللاكتيك حول العصب المحرك ولا تصل الحوافز الى العضله حيث ان رفع درجة حراره العضله يعمل على تقصير مدة المنحنى التقلصي (جميع ادوار التقلص العضلي ) وذلك يرجع الى ان ارتفاع درجة الحراره يسرع التفاعلات والتغيرات الكيميائيه في العضله ويقلل من لزوجتها وكثافتها) وتتعكس هذه الظاهره عند تبريدها حيث ان انخفاض درجة الحراره يزيد من منحنى التقلص بسبب اطالة جميع ادواره (خاصة الارتخاء العضلي).

أن ارتفاع درجة حرارة العضله الى ( ٤٥ ) درجة مئوية سوف يعمل على تخثر معظم بروتيناتها ولا يمكن أعادتها الى الحاله الطبيعيه ( irreversible coagulation ) فتقصر العضله وتموت ويطلق على هذا التصلب الحرارى ( Heat Rigor ) .

### ثالثا-التعب العضلي Muscle fatigue

يحدث التعب العضلي بسبب تكرار تحفيز العضله بمحفزات متواليه سريعه تضعف قوة التقلص فى العضله وتطول مدة ادوارها ( وخاصة الارتخاء ) وتتقلص العضله مجددا اذا حفزت بمحفز خارجي وفي الفصول اللاحقه شرح مفصل لآلية حدوث التعب العضلي .

### التكزز العضلي

لاستطيع العضله العمل باستمرار الا لفترة محدوده واذا استمرت بالعمل قسريا سوف تضعف قابليتها على التقلص والانبساط ويقل امثالها للمنبهات الاتيه من الجهاز العصبىوتصاب بالتصلب وهذا يسمى بالتكزز العضلي وقد تكون اسباب التكزز العضلي قلة التغذية الضروريه للعضله وتراكم الفضلات السامه او بسبب تعب الجهاز العصبى اضافه الى اسباب اخرى (التهويه الرديئه والجوع والسهر) . لكي لاتصل العضلات الى هذه الحاله يجب منح العضلات الراحة الكافيه لكي تتخلص من المواد السامه المتراكمه فيها , ولتقوم باصلاح الخلايا المتهدمه اثناء الجهد وخرن المواد الغذائيه اللازمه للاستمرار فى العمل .

### الاجهاد العضلي

ان استمرار العضله بالعمل يؤدي الى الاعياء ( الاجهاد ) وهو اقصى درجات التعب ويظهر عادة بسبب التعب لفترة طويله وبدون راحه . يسبب الاجهاد تسمم داخلي بسبب تراكم الفضلات التي لايستطيع الجسم طرحها خارجا بطرق اعتياديه .

### اعراض الاجهاد

- زيادة عدد ضربات القلب

- ارتفاع درجة الحرارة
- انحطاط القوة وهذين احيايا
- ضعف المقاومة للأمراض لذا تسهل إصابة الجسم بالأمراض ويكزن عرضه للجراثيم

### التدريب الرياضي والتغيرات الحاصلة أثناء تقلص العضلي

يعد التدريب عملية بنائية وحركية تختلف من رياضي إلى آخر وتعتمد على قواعد فسيولوجية ونفسية وتتطلب تكيف في أعضاء واجهزة الجسم كاه , إن فاعلية التدريب على الجهاز العضلي هي حصيلة وظائف متعددة الجوانب لتبادل المواد في العضلة أو في الجهاز العصبي , وذلك لتحقيق الهدف الحركي والمسار الحركي الأقتصادي الأمثل , وكما هو معلوم إن التدريب أو النشاط الحركي المقنن علمياً يحقق الأرتقاء بمستوى الرياضي نحو الأناجاز .

لقد فسرت العمليات التي تصاحب تقلص العضلة وأنبساطها على إنها تحول (الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركية ميكانيكية) , وهذا يتطلب فهم طريقة حصول هذه التغيرات وعمل النبضات العضلية .

إذا حفزت العضلة بمحفز معين بشكل مباشر في العضلة ذاتها او غير مباشر بواسطة تحفيز اليافاها ففي جميع الحالات تحدث في العضلة عدة تغييرات .

### التغيرات التي تحصل في العضلة عند تحفيزها

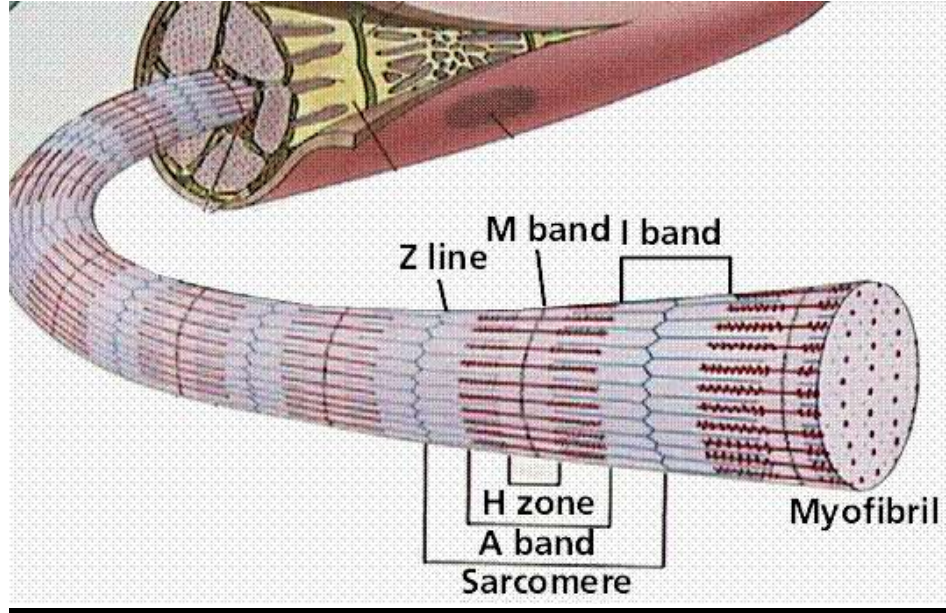
- اولا- التغيرات المورفولوجيه MORPHOLOGICAL CHANGES
- ثانيا- التغيرات الكهربائيه ELECTRICAL CHANGES
- ثالثا- التغيرات التهيجيه EXCITABILITY CHANGES
- رابعا- التغيرات الميكانيكيه MECHANICAL CHANGES
- خامسا- التغيرات الكيماويه CHEMICAL CHANGES
- سادسا- التغيرات الحراريه THERMAL CHANGES

## أولاً- التغييرات المورفولوجية

تشمل التغييرات الشكلية التي تطرأ على العضلة عند حدوث التقلص العضلي , أي كيفية حصول الانقباضات العضلية والأسترخاء ودور الألياف العضلية خلال هذه العمليات .

إن انقباض وانبساط العضلة يحدث بسبب انقباض وانبساط الألياف العضلية المايوفيرين (myofibren) والتي تتكون من الخيوط البروتينية لويفات المايوسين السمكة والتي تمتاز بخاصية المطاطية العاليه ولويفات الأكتين الرفيعة , حيث تترتب هذه اللويفات على شكل حزم بحيث تدخل خيوط الأكتين بين خيوط سميكين من المايوسين عمقاً ولحد  $\frac{1}{3}$  طول المايوسين من كل جهة , وتسمى منطقة المايوسين الخالية من الأكتين بمنطقة (H) أما المنطقة في الثلث الوسطي والمنطقة الكلية المتداخلة للمايوسين والأكتين تسمى (A) , شكل (٢٤) .

يثبت أحد طرفي خيوط الأكتين على خيوط (Z) وطرفها الآخر يدخل بين خيوط من المايوسين , تملك خيوط الأكتين خاصية مطاطية عالية إذ تتحرك بعد أستئارتها داخل منطقة (H) أي تقتحم لويفات المايوسين بالأنزلاق إلى داخل لويفات المايوسين وتتحد معه بشكل وقتي مكونه مايسمى ( بالاكثومايوسين ) وان انزلاقه الى الداخل سيؤدي الى قصر طول وحدة العضلة ويصل إلى ٦٥% من الطول الأصلي للعضلة , إن هذا الانقباض يتطلب طاقة كما إن رجوع العضلة إلى وضعها الأصلي أي انبساطها يحتاج إلى طاقة أيضاً .



شكل رقم ( ٢٤ ) يبين النظرية الانزلاقية للتقلص العضلي

### ثانيا-التغيرات الكهربائية

تتمثل في انعكاس او زوال الاستقطاب اي انعكاس فرق الجهد الكهربائي لجدار الخلية العضلية الذي يعادل ١١٠ ميلي فولت ( ويشمل ٨٠ ميلي فولت فرق الجهد في الراحة مضافا له ٣٠ ميلي فولت عند الاستثارة العصبية) ويسمى ذلك فرق جهد الحركة. ويظهر الكالسيوم من شبكة الساركوبلازم .

تتميز الخلايا الحية بالقدره على التجاوب مع المؤثرات , وعند التحليل الكيميائي للاملاح الموجوده في السوائل خارج وداخل الخلية , وجد ان العنصرين الاساسيين في الخلية هما الصوديوم والبوتاسيوم , اللذان لهما اهميه كبيره في المحافظه على حجم الخليه ونشاطها

وحساسيتها. ويشكل الصوديوم نسبة ٣:١٥ من كميته في سوائل خارج الخلية بينما يشكل البوتاسيوم ٢:٥٠ من كميته خارج الخلية , لذلك فإن الصوديوم ونظرا لوجوده خارج الخلية بكمية اكبر يحاول النفاذ من خلال غشاء الخلية ليتساوى مع نسبته داخل الخلية وكذلك البوتاسيوم يحاول الخروج من داخل الخلية ليتساوى مع نسبته خارج الخلية , ولكن غشاء الخلية يسمح لبعض العناصر بالعبور ويمنع الاخرى, ونظرا لكون جزيئات الصوديوم كبيرة الحجم اضافة الى قابليتها للاتحاد مع الماء لاتستطيع المرور من خلال فتحات الغشاء فتتجمع خارجه , اما البوتاسيوم فيوجد داخل الخلية في حالة اتحاد مع الحوامض العضوية يحاول الخروج من الخلية لكنه ايضا لا يستطيع ويبقى عند فتحات الغشاء من الداخل حيث يمثل الشحنة السالبة من الاملاح ويبطن السطح الداخلي , بينما يتجمع الصوديوم الموجب الشحنة على السطح الخارجي من الغشاء مما يحدث فرق جهد بين سطحي الغشاء , هذا مما يولد سير تيار كهربائي من الخارج الى الداخل حيث يصبح السطح الخارجي ذو جهد كهربائي اعلى من السطح الداخلي .

فرق الجهد هذا هو السبب في خاصية الحساسيه التي تتصف بها جميع الخلايا والانسجه الحيه .ويقل فرق الجهد ويتلاشى بعد التحفيز وكذلك ينعدم بعد موت الخلية, وبسبب فرق الجهد على غشاء الخلية ما يسمى **بالغشاء المستقطب** لوجود قطبين لاحدها جهدا اكبر من الاخر.

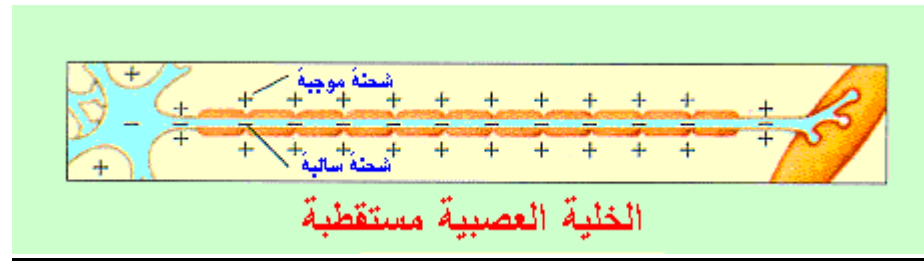
في حالة الراحة التامه تكون العضلات في حالة **استقطاب متعادل** الذي يتمثل بتعادل الشحنات الكهربائيه على السطحين الداخلي والخارجي للغشاء المحيط بالالياف العضليه, وتحافظ الفعاليات الحيويه على ابقاء هذا التعادل الذي يطلق عليه (**Polarisation**) اي (**الاستقطاب**) , شكل (٢٥) , وفي حالة **تحفيز الليفه العضليه** يحدث الحافز تغييرا موضعي اي اضطرابا في حالة التعادل هذه (**الاستقطاب**) في غشاء الخلية يطلق عليه (**De- polarisation**) (**فقدان الاستقطاب**) الذي يبقى موضعيا دون الانتقال الى الاجزاء الاخرى من الالياف العضليه , الا اذا كان بمقدار كبير بحيث يكون كافيا لاحداث موجة سريان على طول غشاء الليفه العضليه .



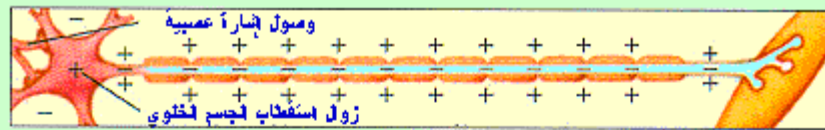
وعندما ينتقل الاضطراب بشكل موجة تمثله حالة استقطاب معكوس بحيث تكون الوصلة التي يصلها الاضطراب سالبه الاستقطاب (Electronegative) بالنسبة للاخرى المجاوره لها والتي لم يصلها الاستقطاب او التي استرجعت استقطابها الاساسي بعد عبور الاضطراب ويطلق على حالة الاسترجاع الاستقطابي (Re-) **Polarisation** , شكل (٢٦).

تسير موجة الاستقطاب على سطح الغشاء محدثه جهد استقطابي (Spike-Potential) يمثل سير وانتقال موجة التهيج على سطح غشاء الليفه العضليه وبعده مباشرة يحدث تغيير آلي ( ميكانيكي ) في العضله قابل بعدئذ للتحويل الى شغل .

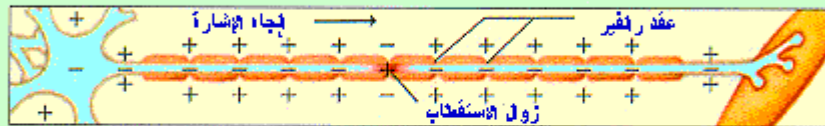
تنتقل موجة الاستقطاب على سطح الغشاء بسرعه تختلف تبعا لنوع العضله ونوع الكائن الحي , فعند الانسان تقدر بحوالي (٣-٧) مترات في الثانيه بعدها يتم العمل الآلي ( التقلص العضلي ) الذي يحدث بعد فتره قصيره جدا وينتقل العمل الآلي على الالياف العضليه بنفس سرعه سريان موجة الاستقطاب ولكنه يستمر لفترة اطول .



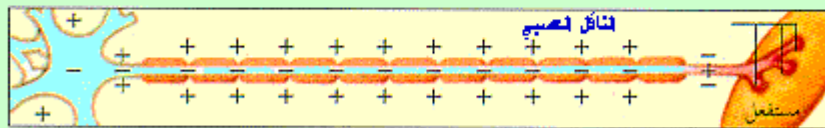
شكل رقم ( ٢٥ ) يبسن الخليه العصبية المستقطبه



تبدأ الإشارة العصبية بتغير في نفاذية غشاء الخلية العصبية للصوديوم والبوتاسيوم وزوال استقطابها



تنتقل الإشارة العصبية عبر محور الخلية العصبية



تصل الإشارة العصبية إلى نهاية محور الخلية العصبية حيث يتم إفراز الناقل العصبي

## شكل رقم ( ٢٦ ) يبين الخلية العصبية عند الاستقطاب وزواله

### ثالثا- التغييرات التهيجية

ان جميع الانسجة الحية لها القابلية على التهيج ولكن بدرجات مختلفة , بعضها له قابلية عالية جدا للتهيج والاخرتقل قابليته , وان **الانسجة ذات التهيج العالي** تستجيب للحوافز اسرع واكثر من الانسجة الاخرى ذات التهيج الاقل.

عند وصول حافز الى نسيج عضلي ذو قابلية تحسسية اعتيادية سوف يستجيب للمحفز ويحدث فعلا تقلصيا ولكنه بنفس الوقت يحدث تغيير في قابلية التهيج لذلك النسيج ويتمثل ذلك بحصول دور عصيان الانسجة ( بسبب هبوط التهيج ) يسمى **بـدورة العصيان ( Refractory period )** وكلما ازدادت قابلية التهيج كلما زادت سرعة الاستجابة للتحفيز والعكس صحيح عندما تقل قابلية تهيج النسيج الى حد الانعدام يصبح النسيج غير قادر على الاستجابة , اي ان جميع المحفزات التي تصل سوف تقشل في احداث تأثير او استجابة ذلك النسيج مهما كانت قوة المحفز .

اما اذا انخفضت قابلية التهيج ولم تصل الى الانعدام فأن المحفزات الضعيفة تصبح غير قادره على احداث استجابة في النسيج بينما المحفزات القوية تستطيع احداث استجابة وعلى هذا الاساس فأن دورة العصيان للنسيج تكون اما نسبية او مطلقة .

### - دورة العصيان المطلقة ABSOLUTE REFRACTORY

هو الدور الذي يكون فيه النسيج الحي عديم الاستجابة للمحفزات مهما كانت قوتها بسبب هبوط تهيج النسيج الى حد الصفر .

### - دورة العصيان النسبي RELATIVE PERIOD

فيه تقل قابلية النسيج التهيجية الى حد اقل من الاعتيادي ولكن لاتتعدم لذلك يستجيب للمحفزات القوية ولكنه يفشل في الاستجابة للمحفزات الضعيفة .

وفي الخلاصه يمكن القول , ان المحفزات مهما تكون قوتها تفشل ولا تؤثر في دورة الانعكاس المطلق بينما تفشل المحفزات الضعيفه فقط في دورة الانعكاس النسبي وتبقى المحفزات الاكثر قوة على النسيج دون ان تتعكس .

#### رابعاً-التغيرات الميكانيكية

تتمثل في النظرية الانزلاقيه وعملية تداخل الاكتين والميوسين وبالتالي حدوث التقلص العضلي . , ويقصد به ايضا كيفية تحول الطاقة الكيميائية إلى الطاقة ميكانيكية (حركية) لانتاج شغل .  
تتقلص العضلهأ اليأ بعد حدوث الجهد الاستقطابي ويزداد سمكها ويبقى حجمها ثابتاً ويمكن ان تتجز شغلا عندما تستخدم مقاومه معينه .

الشغل المنجز = الثقل ( المقاومه ) × المسافه

إن مصدر الطاقة الميكانيكية يكمن في الطاقة الكيمياوية المخزونة في جزيئة الـ ATP فعند تحللها تحرر الطاقة الميكانيكية (الحركية) أما عند توقف الإثارة (النبضة العصبية) يعود الـ ATP إلى حالته غير النشيطة وينفصل عن الـ SH مما يؤدي إلى توقف تحلله حينها يفقد المايوسين مطاطيته وينفصل الاكتين عنه مما يسبب الأسترخاء العضلي .

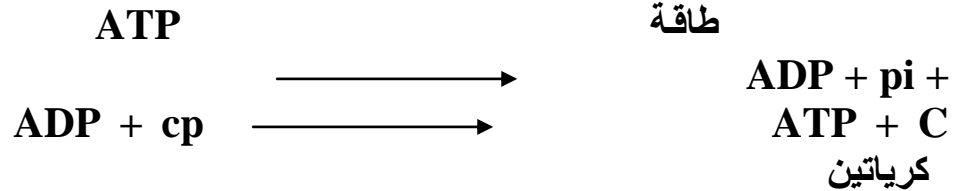
ان الاكتين ليست له قابلية على إحداث انشطارثلاثي فوسفات الاديوزين كما في المايوسين والاكثومايوسين , وتستطيع العضلة أن تتمدد بحدود ٦٥ - ١٥٠% من طولها الأصلي في حالة الأسترخاء والراحة .

### خامسا- التغييرات الكيمياوية

يقصد بها مصدر الطاقة اللازمة لحركة العضلة ونوعها وعمليات الايض ومسؤولية بناء الطاقة الميكانيكية , وتبدأ عند افراز مادة الاستيل كولين من النهايه العصبية عند وصول الاشاره العصبية وعند وصول الإثارة (النبضة العصبية) يحصل تغيير كيميائي وتوزيع جديد للأيونات الموجودة في الياف العضلة مما يؤدي إلى حصول فرق جهد يؤدي إلى تحرر أيونات الكالسيوم التي بدورها تعمل على تنشيط فوسفات الادينوزين .

يشكل المايوسين الجزء الرئيسي في الألياف العضلية ويعمل أيضاً عمل الأنزيمات حيث يساعد في تحلل ثلاثي فوسفات الادينوزين ATP المادة الفعالة في التفاعلات الكيمياوية إلى ADP وفوسفات , كذلك فإن جزء من الطاقة الناتج من عمليات الايض (غير الحرارية) يخزن في جزيئة ATP عند بنائه من أتحاد ADP (ثنائي فوسفات الادينوزين) و CP (فوسفات الكرياتين) .

#### انزيم المايوسين



ان الجزء المخزون من الطاقة الكيمياوية سيتحرر عند انطلاق جزيئة الـ ATP وبمساعدة المايوسين الذي يعمل كأنزيم , ويساعد على تحلل ثلاثي فوسفات الادينوزين الى ثنائي فوسفات الادينوزين وفوسفات , حيث تتحرك الطاقة المتحررة إلى طاقة حركية تخدم عمليات النقل

والإنبساط العضلي, وقد أتضح أن المايوسين أيضاً يتخذ صفة المطاطية تحت تأثير إنقسام الـ ATP .

عند التقلص العضلي يظهر حامض الفوسفور من ATP ويكون ايضاً ADP حيث يتحد الفوسفور المتحرر مع مادة الكلوكوز المتحرره من الكلاوجين المخزون في العضله مكونا الكلوكوز متعدد الفوسفور , ويتحرر حامض الفوسفور ايضاً من مادة فوسفات الكرياتين الموجوده في الليف العضلي حيث يدخل في تركيب مادتي ATP و ADP .

يمر الكلوكوز متعدد الفوسفور بعدة تفاعلات ينتج عنها تحرير و انتاج حامض اللبنيك الذي يعمل الجزء الاكبر منه 5/4 على اعاده الكلاوجين , اما الباقي فيتأكسد مكوناً ثاني اوكسيد الكربون والماء , والطاقه المتحرره من حامض اللبنيك يستفاد منها لتحويل الجزء الاكبر 5/4 منه الى الكلاوجين .

تستهلك العضله الكلاوجين المخزون فيها اثناء التقلص ثم يعاد انتاج الكلاوجين عن طريق التفاعلات الكيمياويه لخرن الطاقه , لهذا يعوض النقص الحاصل من الغذاء عن طريق الدم .

تحدث هذه التفاعلات لاوكسجينيا ولكن التفاعلات في المراحل الاخيره تحتاج الى الاوكسجين حتى يتأكسد حامض اللبنيك ويستعاد الكلاوجين.

مما سبق نستنتج ان مصدر الطاقه الاساس عند تقلص العضله هو تحلل و انفلاق مادة ATP الى حامض الفوسفور و ADP , وكذلك فوسفات الكرياتين Cp التي تحرر حامض الفوسفور مكونه ATP , وان الكلوكوز متعدد الفوسفات يتجزأ الى حامض اللبنيك ويتحرر حامض الفسفور , ومن هذا يتكون فوسفات الكرياتين , كذلك حامض اللبنيك يعد مصدراً لاعادة تكوين الكلاوجين .

### سادسا- التغييرات الحراريه

تنتج الحراره عن فعالية الكالسيوم في ايقاف نشاط التريبتونين , وبالتالي تحرر انزيم ثلاثي فوسفات الاديونوزين وانشطار ثلاثي فوسفات الاديونوزين الى ثنائي فوسفات الاديونوزين وفوسفات وطاقه .تظهر الحراره اولاً عند تقلص العضله وانبساطها ولا تعتمد على وجود

الاوكسجين بل ترافق تحلل ATP و CP عندما تنقلص العضله في غياب الاوكسجين , وتظهر بعض الحرارة المتأخره اللاهوائيه بمرافقة حامض اللبنيك الناتج عن تحلل الكلاكوجين لاوكسجينيا .  
عند وجود الاوكسجين وبعد انبساط العضله تظهر الحرارة المتأخره الهوائيه , التي تتولد لفترة طويله ولعدة دقائق , حيث ترافق ازالة حامض اللبنيك من العضله عند اكسدته الى ثنائي اوكسيد الكربون وماء بصوره مباشره اوغير مباشره .  
ان معظم الحرارة التي تتولد في العضله تظهر بعد ان تنهي العضله عملها لذا فأن الحرارة ليست مصدرا لحركة العضله , كما يدل ذلك ان العضله بذلت طاقه كبيره بعد الانتهاء من نقلصها لاعادة بناء الطاقه لمواصله حركتها .

### الاحماء والتحفيز العضلي warming up

يقصد بالاحماء رفع درجة حرارة العضله بواسطة احداث تقلصات عضليه بسيطه تنتج طاقه حراريه.

يعد احماء العضلات المشاركه في الجهد قبل البدء بممارسة العمل الرياضي ضروري لاداء الجهد بشكل افضل وحماية العضله , وان زج العضله في النشاط بدون احماؤها يؤدي الى تمزق الالياف العضليه في مناطق اتصالها بالوتر وخاصة في الرياضات العنيفه والمفاجئه .

ان اداء التمارين الرياضيه الخاصه بالاحماء وتقلص وارتخاء العضلات يقلل من دور التقلص والارتخاء في منحنى التقلص العضلي البسيط ويزيد من ارتفاع منحنى التقلص بنفس الوقت .  
اذا حفزت عضله خامله بسلسلة محفزات فأن التقلصات القليله الاولى تكون عادة صغيره وغير منظمه ودور الارتخاء فيها يكون غيرتام نسبيا , ثم مع استمرار العمل العضلي تليها تقلصات اكبر , اي تكون قوة التقلص اقوى والارتخاء تام , ويرجع ذلك الى تمارين الاحماء اثناء التقلصات الاولى في العضله ذاتها والتي تكونت خلالها مخلفات الفعاليات الحيويه في العضله , وكذلك توليد الحرارة , الذي رفع درجة حرارة العضله اي ( العوامل الحراريه

والمخلفات الحيويه) هي التي تعمل على توسيع الاوعيه الدمويه فيزداد التجهيز الدموي لانسجة العضلات بسبب جريان الدم داخل الاوعيه الدمويه المتوسطه , وهذا يحسن حاله الوظيفيه ويزيد كفاءة العضله بسبب وصول كميه كافيه من الاوكسجين والمواد الغذائيه المحموله بواسطه الدم .

في الالعاب الرياضيه وبسبب عدم الاحماء تتمزق الالياف العضليه ويحدث عادة في العضلات المعاكسه للعضلات المتناظره والتي تقلصت بشده عاليه اثناء الجهد ( لكون ارتخائها يتم ببطيء وبصوره غير تامه عندما تقلص العضلات المتناظره) لذلك تسبب عرقلة الحركه والتوافق الحركي , ومن ناحيه اخرى فان قوة التقلص في العضلات المناظره والزخم الذي تحدثه حركه العضو تسبب شد وضغط معاكس على العضلات . المعاكسه وتؤدي الى تمزق اليافها اووتارها او تارها عند مناطق اتصالها بالعظام

### انواع المحفزات

#### - المحفز الاقصى maximum stimulus

يطلق على المحفزات التي تحدث اقوى تقلص .

#### - المحفز فوق الاقصى supra maximum stimulus

يطلق على المحفزات الاقوى من الاقصى

#### - المحفزات دون الاقصى sub maximum stimulus

هي المحفزات التي تحدث تقلصات ظاهره في العضله وتزداد قوتها بزيادة قوة الحافز وتعطي شكل مدرج على منحنى التقلص المسجل على الورق

#### -المحفزات الادنى minimum stimulus

يطلق على المحفزات الضعيفه جدا والتي لاتحدث تقلص مرئي في العضله الا انه يمكن زيادته تدريجيا الى حد معين يكون فيه قادر على احداث اضعف تقلص في العضله وتعرف على انها اضعف محفز يتمكن من احداث تقلص في العضله .

#### -المحفز دون الادنى subminimum stimulus



هي المحفزات الاقل من الادنى والتي تكون غير قادره على احداث التقلص العضلي المرئي في العضله ولكن تستطيع احداث تغييرات غير ظاهره في العضله ( مثل التهيج الموضعي )

### العوامل الآليه التي تعتمد عليها قوة التقلص العضلي هما

- تحفيز عدد كبير من الوحدات الحركيه الفعاله
  - زيادة تكرار في انسياب الشحنات الكهربائيه الى الوحدات الحركيه.
- تأثير المحفزات المتعاقبه على العضله وتقلصها

### - تأثير محفزين متعاقبين Effect of two successive stimuli

- أذا حفزت العضله بحافزين متعاقبين (لهما قوه محفز ه عظمى) فإن الاول سيحفز جميع الوحدات الحركيه فى العضله اما الثانى فسيختلف تأثيره تبعا للحظة حصوله بعد الاول . أى ان تأثير المحفزين المتعاقبين يعتمد على طول الفتره الزمنيه الواقعه بين حدوثهما ,
- أذا وقع الثانى اثناء دورة العصيان المطلق المتسبب عن المحفز الاول فسيعدم تأثير المحفز الثانى بشكل مطلق ولا يظهر ويبقى فقط تأثير المحفز الاول بشكل تقلص عضلى بسيط.
  - أذا وقع المحفز الثانى اثناء دور التقلص العضلى الحاصل بسبب الحافز الاول فإن تأثير الثانى سيظهر على شكل تقلص عضلى أقوى وأطول من الاول لوحده ومهما زادت قوة التقلص بفعل المحفزين الا انه لا يصل الى الضعف.
  - أذا وقع المحفز الثانى اثناء دور الارتخاء العضلى الحاصل بسبب المحفز الاول فإن الثانى سيحدث تأثيره ايضا فى هذه الحاله. أذ يحصل منحنى تقلص ثانى يضاف الى المنحنى الاول الحاصل بسبب التحفيز الاول , أى سيحصل تقلص عضلى (ذو قمتين) بسبب عدم اكتمال الارتخاء العضلى فى منحنى التقلص الاول الحاصل بسبب المحفز الاول.
  - أما إذا وقع المحفز الثانى بعد أنتهاء الارتخاء العضلى الحاصل بسبب الحافز الاول فإن المحفز الثانى سيحدث تقلصا عضلى منفصل

تماما عن سابقه, أى أن كلا المحفزين المتتابعين سيحدث تقلص عضليا كاملا .

### **- تأثير المحفزات المتكرره Effect of Repeated Stimuli**

أذا حفزت العضلات الهيكلية بمحفزات متعاقبه وبصوره منظمه وفترات متساويه فإن التأثيرات التي ستحصل على نفس التقلص العضلى ستختلف بالنسبه للفترة الزمنيه بين المحفزات المتعاقبه وكما تغيرت الفتره كلما تغير التأثير .  
**يظهر التأثير أما بشكل :**

- سلسله تقلصات متجمعه بشكل متموج

- تقلصات كاملة التجمع

فى حالات اخرى يفقد التأثير نهائيا لبعض المحفزات فى السلسله المتعاقبه ويبقى القليل منها فقط مؤثر, إذ تظهر تقلصات منفرده ومتباعده (. تعتمد على فترة وقوع المحفز اللاحق بالنسبه للذى سبقه)  
**كما فى الحالات الاتيه**

- **أذا وقعت المحفزات اللاحقه أثناء دور الكمون الذى أحدثه**

تأثير المحفز السابق أنعدم تأثير المحفز اللاحق.

- **أذا وقعت المحفزات اللاحقه أثناء دور التقلص الذى أحدثه المحفز**

السابق, ظهر تأثير المحفزات اللاحقه (أذا كانت بقوه ضعيفه نسبيا)

تحدث تقلصات تندمج مع المحفز الاول السابق أى ستكون حصيلة التقلصات المتجمعه تقلصا مستمرا واحد أقوى من المحفز المنفرد لكل منهما ويظهر التقلص المتجمع بشكل متموج ومستمر (تقلص تام

التجمع) **Complet Tetanus**

- **أذا وقعت المحفزات اللاحقه أثناء دور الارتخاء العضلى الذى أحدثه**

المحفز السابق , تأثير المحفزات اللاحقه تظهر تقلصات متواليه يبدأ

كل منها أثناء دور الارتخاء العضلى الذى يحدثه المحفز الذى سبقه

للمحفزات المتعاقبه , وفى هذه الحاله لا ترجع العضله الى الارتخاء

التام لانها ستعود وتتقلص مره اخرى بسبب المحفز اللاحق وهكذا

(تجمع متموج) **Clonus**

- إذا وقعت المحفزات اللاحقة بعد انتهاء الارتخاء العضلي للتقلص الحاصل بسبب المحفزات السابقة يظهر التأثير بشكل تقلصات عضليه منفردة متباعده غير متجمعه.

### تأثير التدريب الرياضي والتكيفات في الجهاز العضلي

التدريب الرياضي يرتبط بأداء نشاط عضلي تختلف شدته وحجمه من تمرين إلى آخر وهو دائماً بحاجة إلى طاقة للتغلب على الجهد وان هذه الطاقة هي ميكانيكية ناتجة عن تحول أنواع أخرى من الطاقة . إن ممارسة النشاط العضلي تسبب احداث تغيرات كيميائية في العضلة , وإن النشاط البدني المنتظم سوف يحدث سلسلة من التغييرات البايوكيميائية في المايوسين والأكتومايوسين وجميع المواد الأساسية الداخلة في عملية الأقباض العضلي , كما تستثمر جميع مصادر الطاقة لإنتاج الشغل , وينتج عن ذلك عدة تغيرات بنائية وبيوكيميائية تحصل في العضلة نتيجة التدريب .

إن ارتفاع شدة الجهد المسلط على الأجهزة الجسمية أثناء النشاطات الرياضية يتطلب تكيفاً وظيفي قصوي بحيث يناسب القدرات الحركية ، فزيادة الجهد يتطلب رفع الشحنة العصبية لمواجهة الأنجاز الرياضي ، و ان النشاط العضلي يعبر عن نتائج وظائف متعددة الجوانب في تبادل المواد سواء في العضلة أو في الجهاز العصبي . ويمكن حصر أهم التغيرات التي تحدث العضلة نتيجة التدريب ما يأتي :

### - التغيرات البيوكيميائية

وتشمل ما يأتي :

- زيادة كمية بروتين العضلة (المايوسين) الذي يملك صفة الانزيم ويعمل في تحليل فوسفات الادنوزين ، وهذا يعني توليد الطاقة الكيميائية التي تتحول إلى طاقة ميكانيكية (تخدم عملية الأقباض والأنبساط العضلي) .

- زيادة احتياطي الطاقة (ATP و CP) وكذلك الكلاوجين والدهون تحت تأثير التدريب الرياضي وخاصة في العضلات المشاركة مما يجعل العضلة المدربة أقل اعتماداً على الدم للحصول على الطاقة .
- زيادة وزن العضلة مما يزيد من كمية الـ ATP وليس تركيزه في العضلة .
- زيادة مايوكلوبين العضلة الذي ينقل O2 مما يعني زيادة احتياطي O2 في العضلة المدربة حيث يستخدم لسد النقص الحاصل نتيجة التدريب الشديد .
- زيادة أيونات الكالسيوم والمغنسيوم الضروري في استثارة عمل الانزيمات في العضلة وتقوم أيونات الكالسيوم بتنشيط ATP المحيط بالأدينوسين في العضلة .

### - التغيرات البنائية

وتشمل ما يأتي:

- زيادة كمية اللويقات داخل الليفه العضلية وتغير وظيفتها وتبديل النواة وشكل نهايات الأعصاب .
- تغير وتوسيع الأوعية الدموية الشعريه , مما يؤدي إلى تمويل العضلة بالدم بشكل كاف يسهل توصيل الأوكسجين ومصادر التغذية العضلية .
- زيادة كمية وحجم المايوكونديريا (بيوت الطاقة في الخلايا العضلية) .
- زيادة سرعة وقوة الأنباضات العضلية , بسبب التغيرات البايوكيميائية في العضلة ، كما يبقى ATP بشكل متوازن مما يزيد من مطاولة العضلة .وإكتساب القوة والسرعة والمطاولة الحركية .
- تحصل تغيرات في العضلة حسب نوع التدريب حيث تؤدي تدريبات القوة إلى زيادة قوة أوتار العضلات ومنشأها ومدغمها عند الأشخاص ذوي الأوزان الخفيفه والذين يتميزون بألياف غير سميكة وأوتار عضلية طويلة , كذلك تتضخم العضلة عند ازدياد القوة .

## الفصل الرابع فسيولوجيا القلب والجهاز الدوري

### المبحث الاول القلب والجهاز الدوري *The circulatory system*

مكونات جهاز القلب والدوران

القلب *myocardium*

صمامات القلب

الدوره القلبيه

الدورة القلبية الجهازية (الكبرى)

الدورة الرئوية

تغذية القلب الدموية

التغذية العصبية للقلب (الجهاز التوصيلي للقلب)

خواص القلب الفسيولوجيه

الدم (*Blood*)

مكونات الدم

البلازما *plasma*

خلايا الدم *Blood cell*

- كريات الدم الحمراء *Red Blood cells*

- خلايا الدم البيضاء *White Blood cells leukoytes*

- الصفائح الدموية *platlates*

وظائف الدم العامه

الأوعية الدموية (*Blood vessels*)

- الشرايين *Arteries*

- الشعيرات الدموية *capillaries*  
- الأوردة *veins*

## المبحث الثاني

### تأثير التدريب على القلب والجهاز الدوري

القلب والانجاز الرياضي

اثر الحمل في وضع القلب

التغيرات الكيمياوية في عضلة القلب

كمية الدم والنشاط الرياضي

تأثير الجهد الرياضي على سرعة الدم في الاوعية الدموية

المؤشرات التي يتم من خلالها تقويم العمل التدريبي والتكيف الحاصل

في القلب :

أولاً : معدل ضربات القلب ( سرعة القلب ) ( النبض )

تنظيم ضربات القلب

العوامل المؤثرة في سرعة القلب ( النبض )

ثانياً : الناتج القلبي وحركة الدم

العوامل التي تؤثر على الناتج القلبي

- تأثير وضع الجسم على الدفع القلبي

- حجم الضربه القلبيه والجهد الرياضي

تأثير الرياضه على الدفع القلبي

ثالثاً : حجم القلب

رابعاً : عدم انتظام ضربات القلب

خامساً : الضغط الدموي

- الضغط الدموي الانقباضي

- الضغط الدموي الإنبساطي

العوامل التي تؤثر على الضغط الدموي

تنظيم ضغط الدم

تأثير المجهود الرياضي على ضغط الدم

## المبحث الاول القلب والجهاز الدوري

### The circulatory system القلب والجهاز الدوري

يعد القلب والجهاز الدوري من الأجهزة الرئيسية والمهمة في الجسم في إنجاز العمل العضلي , إذ يساعدان في عملية التمثيل الغذائي وتزويد خلايا الجسم بالأكسجين لتمكينها من تفكيك جزيئات عضويه للحصول على الطاقة اللازمه للقيام بالوظائف المختلفه للنمو والحركه والصيانه وصرف الطاقة والكثير من العمليات التي تجري داخل الجسم اضافة الى التخلص من الفضلات السامه , **والجهاز الدوري مصطلح يشير الى القلب والاعويه الدمويه وسائل الدم والجهاز الدوري شبكه انبويه مغلقة تختلف في قطرها وطولها ونوعيتها .**

### مكونات جهاز القلب والدوران:

#### اولا - القلب

هو المضخة التي تقوم بعملية استقبال ودفع الدم من وإلى مختلف أنحاء الجسم .

#### ثانيا- الدم

هو السائل الذي يحتوي على مركبات لها خصائص ذات تأثير على العمليات الوظيفية في الجسم وتحوي الخلايا الحمراء والبيضاء والاقراص الدمويه وغيرها من الخلايا التي لها وظائف داخل الجسم .

### ثالثا- الأوعية الدموية

هي الأوعية التي يمر خلالها الدم ويسير إلى أنحاء الجسم . يعمل الجهاز الدوري على نقل المواد بين أجزاء الجسم المختلفة حيث يحمل الدم المشبع بالأوكسجين من الرئتين إلى الأنسجة الجسمية ، وبنفس الوقت يحمل ثاني أوكسيد الكربون من الأنسجة إلى الرئتين للتخلص منه ، كذلك ينقل المواد الغذائية من الأمعاء والكبد والفضلات من الأنسجة وكريات الدم البيضاء والأجسام المضادة والهرمونات والمواد الأخرى .

يقوم بعملية النقل هذه الأوعية الدموية (الشرايين والأوردة والأوعية الشعرية الدموية) والتي تشكل حلقة دائرية مغلقة لا نهاية لها ، حيث يضخ القلب الدم إلى جميع أنحاء الجسم وتقوم الشرايين بنقل الدم من جهة القلب اليسرى إلى كافة أجزاء الجسم عدا الرئتين أما الأوردة في يمين القلب تقوم بأرجاع الدم إلى القلب ويتم كل ذلك بفعل اختلاف الضغط الدموي حيث يضخ الدم من المنطقة ذات الضغط الأعلى إلى الأوطا .

### اولا- القلب myocardium

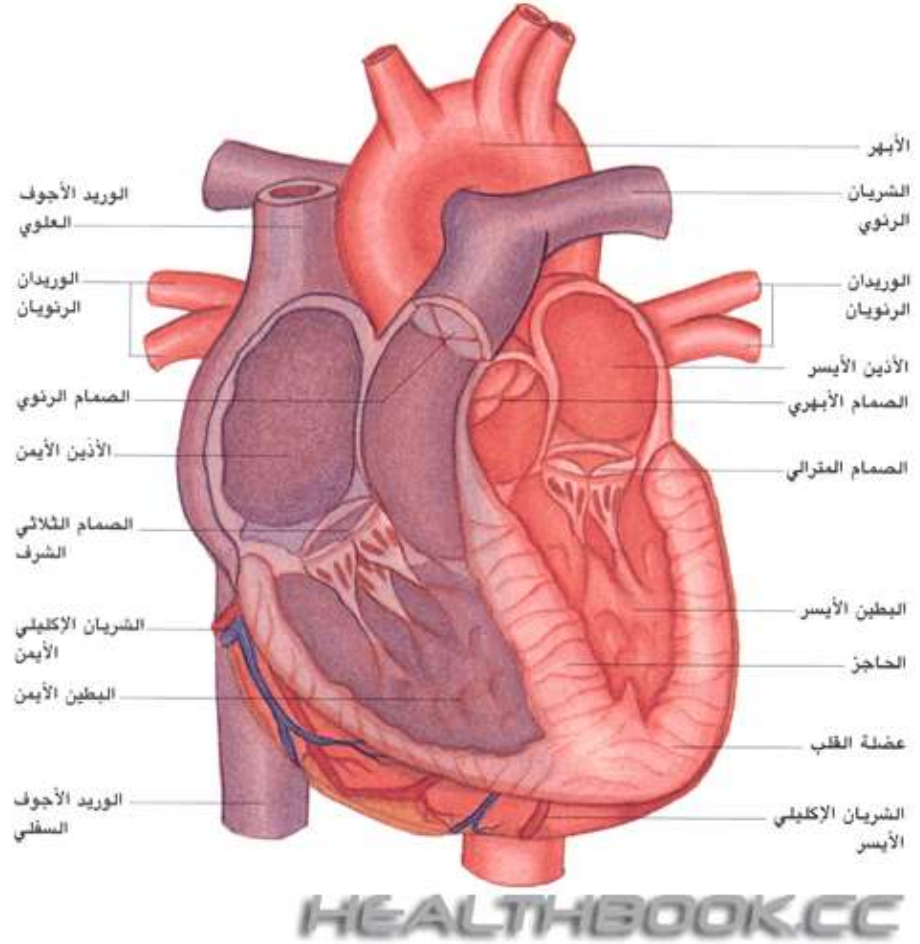
عضله قويه لا اراديه تتقبض وتنبسط بطريقه ايقاعيه منتظمه بتحكم لا ارادي , والقلب مضخه لتحريك الدم في الاوعيه الدمويه حيث يستلم الدم من جميع اجزاء الجسم ويقوم بدفعه الى الجسم عن طريق الاوعيه الدمويه وهو يعمل منذ تخليق الجنين في بطن امه وحتى نهاية الحياة . القلب عضلة مجوفة يبلغ وزنه حوالي ( ٣١٢ ) غرام ويأخذ شكل القبطه طوله ١٢سم وعرضه ٩ سم ينقبض وينبسط بانتظام (عدد ضرباته حوالي ( ١٠٠,٠٠٠ ) مره في اليوم ليضخ حوالي ( ٣٧٨٠ ) لترا من الدم خلال ( ٩٠,٠٠٠ ) كيلو مترا من الاوعيه الدمويه حيث يدفع الدم إلى الشرايين ومنها إلى الأنسجة المختلفة, ويتخذ القلب مكانه داخل الصدر بين القص من الأمام والعمود الفقري من الخلف والحجاب الحاجز للأسفل ، كما توجد إحدى الرئتين على كل جانب ، يقع القلب بشكل مائل يسار خط الوسط لذلك تكون الرئة اليسرى أصغر من الرئة اليمنى في الجسم لتترك مكاناً للقلب ، يحيط القلب



جداران مكونة من نسيج عضلي خاص مصمم بشكل يستطيع تأمين ٧٠- ٨٠ / ضربة / دقيقة للشخص البالغ .تكسو هذه العضلة من الداخل بطانة من الخلايا المسطحة (غشاء القلب الداخلي ومن الخارج غشاء التامور الذي يسهل الحركة والاداء داخل القفص الصدري) ويتكون هذا الغشاء من جزء متين يحمي القلب ويبقيه في مكانه الصحيح ، اما الجزء الداخلي رقيق ويسمح لعضلة القلب بحرية الحركة (الانقباض والانبساط) .

### صمامات القلب

ينقسم القلب من الداخل إلى أربعة تجاويف العلويان (الأذنين الأيمن والأيسر) والسفليان (البطينان الأيمن والأيسر) ، ويفصل بين كل أذين وبطين فتحات تحتوي على صمامات مصممة بشكل خاص حيث يفصل بين الأذنين الأيمن والبطين الأيمن (الصمام المتلث الشرفات) الذي له تركيب خاص ويعمل باتجاه واحد لذا يسمح للدم المتجمع في الأذنين الأيمن بالمرور خلاله إلى البطين الأيمن ولا يسمح بالمرور العكس ، كما ان الشريان الرئوي (الذي ينقل الدم غير الموكسج من البطين الأيمن إلى الرئة) يحوي أيضاً على صمام يمنع رجوع الدم إلى الخلف (أي من الرئتين إلى البطين الأيمن) يسمى بالصمام النصف الهلالي لأنه يتكون من ثلاثة أغشية تشبه الاهله .كما يوجد صمام آخر بين الأذنين الأيسر والبطين الأيسر يسمى بالصمام ذو الشرفتين أو (الميثرال) والذي يمنع رجوع الدم إلى الخلف أي إلى الأذنين الأيسر ، ويضخ البطين الأيسر الدم خارج القلب عبر مجموعة أخرى من الصمامات الهلالية إلى داخل الشريان الاورطي والتي تمنع رجوع الدم الى البطين الايسر ويكون جدار البطين الايسر اسماك من الايمن لانه يقوم بدفع الدم الى الشريان الابهر ويمنع الصمام التاجي الموجود بين الشريان الابهر والبطين الايسر عودة الدم العكسيه عند انبساط القلب كما يقوم الصمام الهلالي بمنع عودة الدم من الشريان الرئوي الى البطين الايمن وتعمل جميع صمامات القلب باتجاه واحد لدفع الدم وهكذا فإن هذه الصمامات تضخ سريان الدم في اتجاه واحد كل وقت وتمنع رجوعه , شكل (٢٧) .



شكل رقم ( ٢٧ ) يبين تجاويف القلب والصمامات القلبية

### الدوره القليه

هي كل ما يحدث عند الضربة القلبية الواحدة, فإذا كانت سرعة القلب ٧٠ لضربه /دقيقه فان الدورة القلبية الواحدة تستغرق ٠,٨ ثانية (حيث يشكل زمن ٠,٥ ثانية منها زمن الراحة والانبساط و٠,٣ ثانية زمن تقلص ). وفي كل دوره تتولد موجة من جهد الفعل بصورة ذاتية من العقده الجيبية الاذنيه , وتحدث تغييرات في الضغط داخل التجاويف القلبية والاويعه الدمويه الخارجه من البطين الايسر والايمن اضافه الى التغييرات الكهربائيه , كما تحدث الضربه اصواتا سببها انفتاح وانغلاق الصمامات القلبية اثناء عملية ضخ الدم الى القلب وخارجه .

### الدورة القلبية الجهازية (الكبرى)

يضخ القلب حوالي ٧٠سم<sup>٣</sup> من الدم خلال الضربة الواحدة محملاً بالأوكسجين وإلى خارج البطين الأيسر بواسطة الشريان الأورطي (الابهر الصاعد) ويرجع جزء من هذا الدم عبر شريانيين متوسطي الحجم (الشريانيين التاجيين) اللذان يخترقان عضلة القلب ويزودانهما بالدم , وتتفرع أيضاً من الشريان الأورطي شرايين متعددة لتغذية مناطق الجسم المختلفة (في الرأس والترقوة والحوض والبطن), وكلما بعدت الشرايين أكثر كلما قلّ حجمها بالتدرج حيث الشعيرات التي تزود الأنسجة بالأوكسجين والمواد الغذائية وبنفس الوقت يدخل جزء من الكربون والفضلات النتروجينية من الأنسجة وتدخل الدم عبر هذه الشعيرات .

أما الأوردة في البداية تكون صغيرة ثم تصبح أكبر كلما ابتعدت نحو المناطق الطرفية وتقوم الأوردة بجمع الدم من الجزء العلوي للجسم (الرأس والرقبة والذراعين) بواسطة الوريد الأجوف العلوي الذي يؤدي إلى الأذين الأيمن , أما الدم في الأطراف السفلى فيتجمع عن طريق الوريدين الحرقفين اللذان يتحدان ليكونا الوريد الأجوف السفلي والذي يصب أيضاً في الأذين الأيمن .

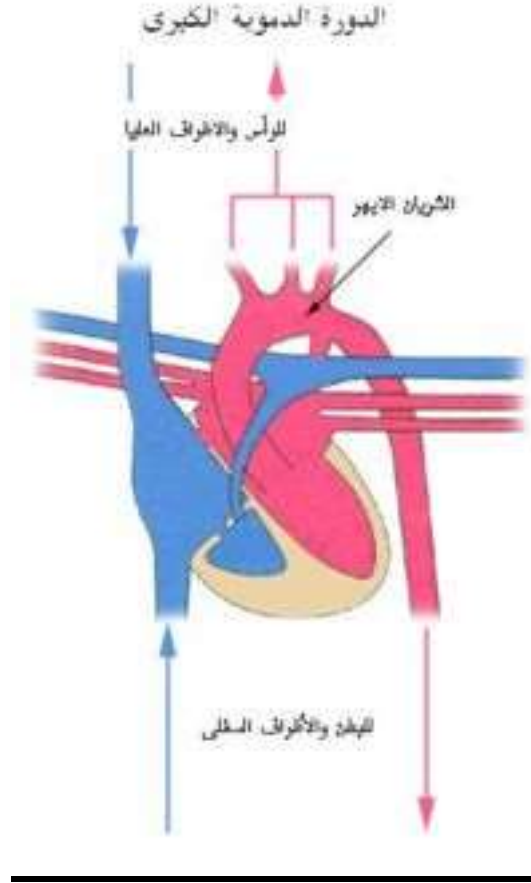
ويقوم الوريد البابي الكبدي بحمل الدم إلى الكبد الذي يقوم بتخزين مواد الطاقة ,وفي النهاية يتصل بالوريد الأجوف السفلي لينتهي بالأذين الأيمن ,اي يعود الدم الى القلب بولسطة الوريد الاجوف العلوي من الجزء الاعلى من الجسم والوريد الاجوف السفلي من من الجزء

الاسفل للجسم حيث يتم ضخه الى الرئتين , شكل (٢٨) وشكل (٢٩) و(٣٠).

### الدورة الرئوية

يكون الدم الداخل إلى الأذنين الايمن أزرق محمر وذلك لقلّة وجود الأوكسجين وزيادة ثاني اوكسيد الكربون , ويسير هذا الدم من الأذنين الأيمن إلى البطين الأيمن ثم يمر عبر الشريان الرئوي (وهو الشريان الوحيد في الجسم الذي يحمل دم وريدي) إلى الرئتين ، ويتم في الرئتين عملية التخلص من  $CO_2$  والتزود بـ  $O_2$  ، ليعود الدم كامل الأوكسجه عبر الأوردة الرئوية إلى الأذنين الأيسر ثم البطين الأيسر ليتم ضخه فيما بعد في الجهاز الدوري مرة أخرى .

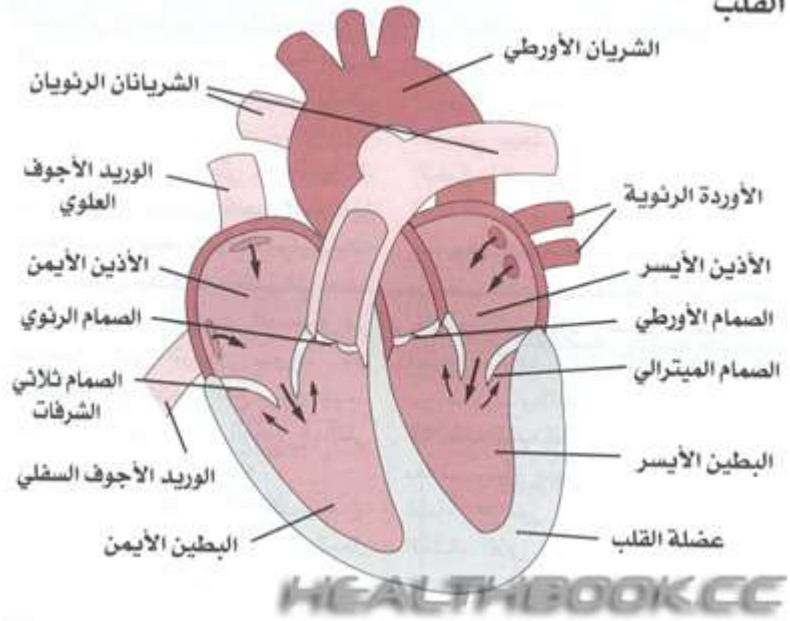
وطريق الدم من القلب إلى الرئة ثحو القلب (الدورة الصغرى يستغرق ٦ ثواني) و الدم الذاهب إلى المخ يعود إلى القلب خلال ٨ ثواني وإلى أصابع القدم حوالي ١٨ ثانية .

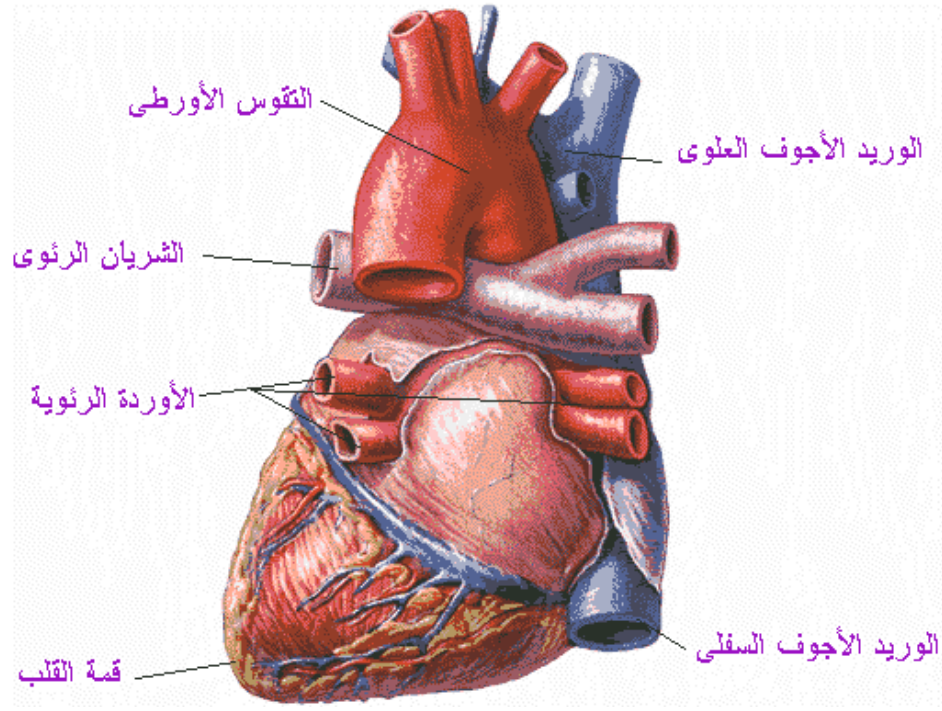


شكل رقم ( ٢٨ ) يبين الدوره الدمويه

شكل رقم ( ٢٩ ) يبين الدوره الدمويه الكبرى والصغرى

## القلب





شكل رقم (٣٠) يبين اهم الشرايين والاورده في دوره الدمويه

## تغذية القلب الدموية (الدورة التاجية) coronary circalstion

هي تلك الدورة التي تزود عضلة القلب ذاتها بالدم لتؤمن الأوكسجين والعناصر الغذائية اللازمة له لإنتاج الطاقة ليستطيع القيام بوظيفته كمضخة للدم ، وهي أضعف نقطة في جسم الإنسان إذ يموت حوالي ثلث الناس بمرض الدورة الدموية التاجية وذلك لأن الشرايين التاجية أكثر قابلية للتصلب .

تتم تغذية عضلة القلب عن طريق شريانين هما ( الشريان التاجي الايسر والايمن) اللذان يخرجان من الشريان الاورطي ( الابهري) قبل تقوسه وهما أو تفرعات الاورطي عندما يترك القلب بعد مسافه قصيره من الصمام الاورطي وسميا بالشرايين التاجية لوصف طريقة احاطتها بالقلب كالتاج , ومن فوق مستوى الصمام الابهري ، احدهما يتجه إلى اليمين وآخر إلى اليسار ثم يتفرع كل منهما إلى شريانات صغيرة ثم إلى شعيرات بحيث يصبح لكل ليف عضلي في عضلة القلب تروية شعيرة دم .

يغذي الشريان التاجي الايسر حوالي ( ٨٠% ) من الدم الذي يغذي عضلة القلب ، حيث يزود الجانب الامامي والايسر من القلب بالدم عن طريق فرعه الامامي ويغذي الجزء الخلفي من القلب عن طريق فرعه الخلفي ، اما الشريان التاجي الايمن يغذي الجانب الايمن من القلب ومن جداره الخلفي يتفرع كل شريان تاجي الى شرايين تصغر تدريجيا ثم تتفرع الى شريانات وشعيرات دمويه تصل الى كل ليفه عضليه لتغذيها .

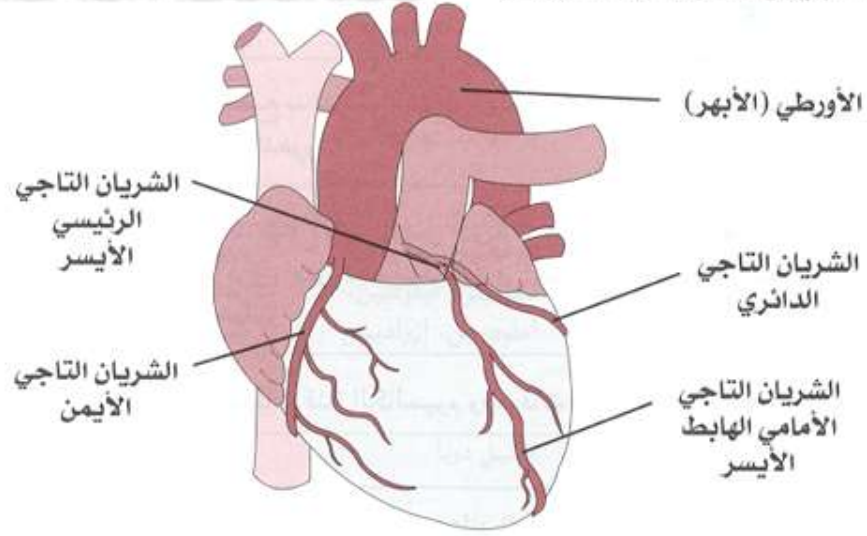
يعود الدم منهما عن طريق وريد خاص بالقلب حيث تتجمع الاورده جميعها لتكون ( الجيب التاجي ) وهو وعاء قصير واسع في الاخدود التاجي الموجود بين الاذنين والبطينين وفي النهايه يصب الدم الوارد منه في الاذين الايمن ليأخذ طريقه الى الرئتين لتصفيته , وتتصل الفروع الرئيسيه للشرايين التاجيه بوصلات شريانيه تساعد في سريان الدم اذا ابطأ سيره في اي من الفروع التي تنضيق لاسباب مرضيه . عند اداء الجهد او التمارين الشاقة يزداد عمل القلب من ١٠ - ١٥ مرة ، بينما لا يستطيع القلب ان يزود نفسه بالدم أكثر من ٥ - ٦ مرات ، وبعد أن تحصل الالياف العضلية القلبية على الأوكسجين وتطرح ثاني



او كسيد الكربون، يعود الدم المختزل في الاوردة التاجية , والتي تفتح مباشرة في مجاري القلب بنسبة ٤٠% وفي القناة الوريدية التاجية التي تفتح مباشرة في الأذين الايمن بالقرب من العقدة الأذينية البطينية بنسبة ٦٠% .

الدورة الدموية التاجية من أقصر الدورات في الجسم , إذ لا تستغرق أكثر من ( ٨ ) ثواني فقط ، ولكون القلب يعمل بشكل مستمر لذلك فإنه يحتاج الغذاء والأوكسجين باستمرار ويحصل عليه عبر الشرايين التاجية وليس من داخل حجراته , شكل (٣١).

### الشرايين التاجية (الكليلية) HEALTHBOOKEE



شكل رقم ( ٣١ ) يبين التغذية الدموية للقلب

## التغذية العصبية للقلب (النشاط الكهربائي للقلب)

يتكون الجهاز التوصيلي العصبي للقلب من الأجزاء الآتية :

- العقدة الجيبية الأذينية .
- العقدة الأذينية البطينية .
- الحزمة الأذينية البطينية وفروعها في الجهة اليمنى واليسرى للقلب .
- الياف بركنجي .

يبدأ الانقباض القلبي ( الضربه القلبيه ) من العقدة الجيبية الأذينية وهي مجموعه من الخلايا العضليه المتخصصة بشكل عقده صغيره تقع في الجزء العلوي الخلفي من الأذنين الأيمن على جهة اليمين من فتحة الوريد الأجوف العلوي في الأذنين الأيمن , تولد هذه العقده نبضا كهربائيا قصيرا يتردد كل ( ٧٢ ) مره في الدقيقه , ينتشر بسرعه في الأذنين بحيث ينقبضان معا بنفس الوقت , تصل النبضه بعد ذلك إلى العقدة الأذينية البطينية التي تقع في الجزء الاسفل من الحاجز الأذيني فوق الصمام الثلاثي الشرفات وهي ايضا تتكون من خلايا عضليه متخصصه .

تنتشر بعدها الدفعة القلبية بواسطة الحزمة الأذينية البطينية ( حزمة هيس ) والتي تعد الوحيدة التي تعمل على التوصيل بين الأذنين والبطينين في القلب .

والحزمة الأذينية البطينية تنزل خلف الصمام الثلاثي الشرفات لتصل إلى الجزء الغشائي من الحاجز البطيني , حيث تنقسم عند جزءه العلوي إلى فرعين واحد لكل بطين , حيث يسير الفرع الأيمن إلى الأسفل على الجانب الأيمن ويعبر الجدار نحو البطين الأيمن ويصبح متواصلاً مع شبكة (الياف) بركنجي , أما الفرع الأيسر للحزمة يخترق الحاجز ويسير على جانبه الأيسر وهو عادة ينقسم إلى فرعين يصبحان في النهاية متواصلين .ومن الجدير بالذكر ان النبض في القلب يولد تيارات كهربائيه يمكن الكشف عنها على سطح الجسم ويسمى تسجيل التغيرات الكهربائيه في دورة انقباض العضله بالتخطيط الكهربائي للقلب ( electrocardiogram ) , شكل ( ٣٢ ) و ( ٣٣ ) .

## خواص القلب الفسيولوجيه

### - قاعدة الكل او اللاشيء All or non principle

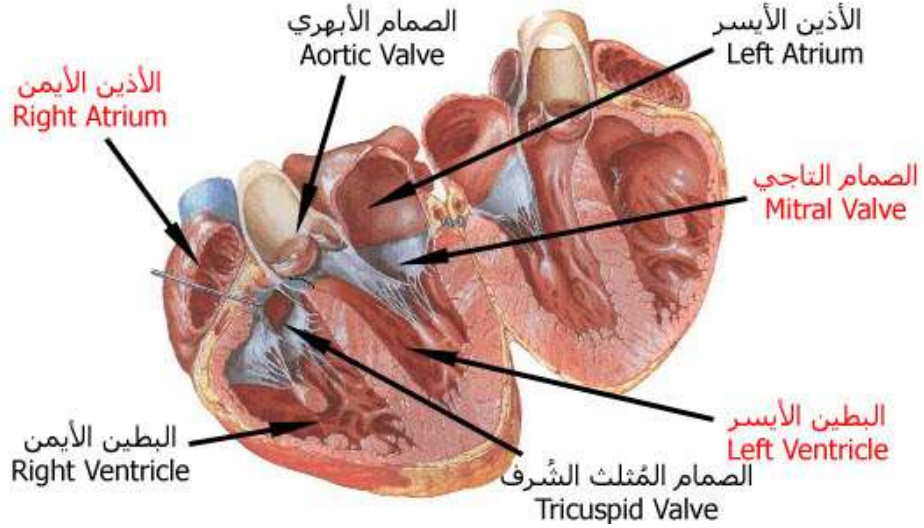
تستجيب العضله القليه دائما وبأقصى تقلص عندما يكون التحفيز كافيا وعلى عكس ذلك حيث لاتستجيب عندما يكون التحفيز ضعيفا.

### - دورة العصيان Refractory period

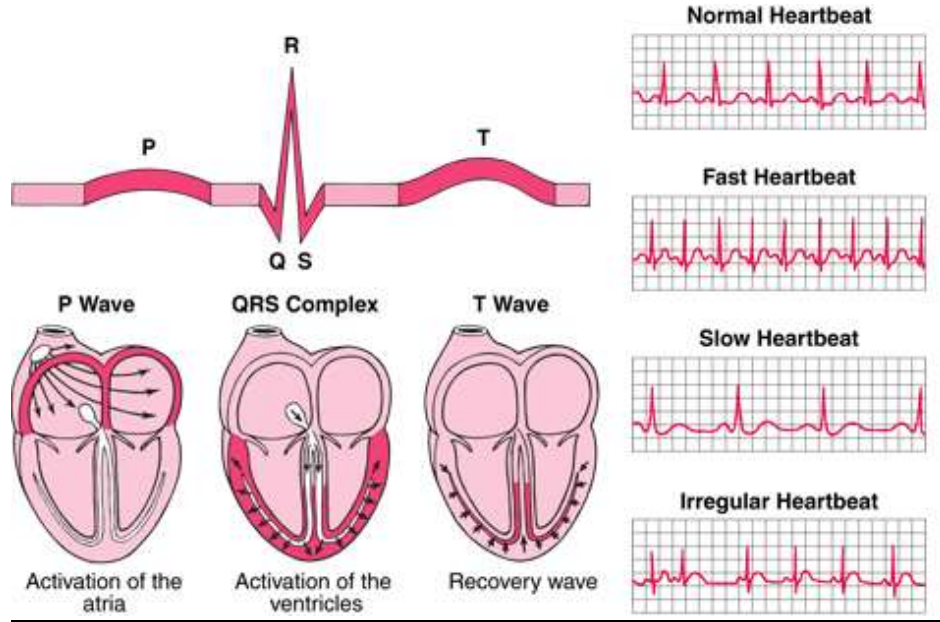
تطلق على المدة الزمنية بعد انتهاء التقلص مباشرة حيث تكون العضله غير قابله للاستجابة لحفز اخر , وتكون استجابة العضله القليه اطول بكثير من العضلات الهيكلية وهذا يساعد في عدم دخول العضله القليه في تقلص مستمر , ولذلك اهمية في عمل القلب لانه يعمل كمضخة تمر بمرحلتين انقباض حيث يضخ الدم الى الرئتين ومرحلة انبساط تمليء فيها تجاويف القلب بالدم القادم من الرئتين .  
ان التقلص المستمر يفقد القلب قابليته كمضخة , فضلا عن ان اسنمرار انقباض القلب لبضع الثواني يؤدي الى توقف الدورة الدموية وحدوث الاغماء والموت .

### - قابلية التمدد

تستجيب العضله القليه للتمدد في اليافها مع زيادة قوة الانقباض ,وتسمى هذه الظاهره بقانون ستارلنج ( **starling low of heart** ) ويحدث التمدد في الياف العضلات عندما يمتليء القلب بالدم , وكلما كان الرجوع الوريدي اكثر كان التمدد اكثر والنبض اقوى , وهذا السبب في قوة نبض الرياضيين عند ممارسة الرياضة بسبب تضاعف الرجوع الوريدي , كذلك بفعل ضغط العضلات الهيكلية على الاوعيه الدمويه وبالتالي مضاعفة الضخ القلبي .



شكل رقم ( ٣٢ ) يبين الصمامات القلبية والتجاويف



شكل رقم ( ٣٣ ) يبين الموجات القلبية

## ثانيا- الدم Blood

سائل احمر اللون نصف شفاف يحوي على مكونات خلوية وسائل البلازما , يحوى الجسم منه على ما يقارب ستة لترات , ويبلغ حجم الدم الكلي في الدورة الدموية(٩% ) من وزن الجسم والباقي( ٩٢% ) سوائل أخرى, ولاتأخذ خلايا الدم شكلا ثابتا لذا تسمى وفقا لمظهرها في حاله الاعتياديه .  
وظيفة الدم الأساسية نقل وايصال المواد المختلفة بين مختلف اجزاء الجسم إضافة الى الوظائف الأخرى المتعددة التي سنتطرق لها لاحقا..

## مكونات الدم

يتكون الدم من البلازما وخلايا الدم .

### اولا - البلازما plasma

تشكل نسبة البلازما حوالي (٥٥%) من مكونات الدم. وهي سائل اصفر باهت اللون تتعلق فيه الاجسام غير السائله, وهي سائل الدم الذي يوفر وسطاً يعتبر دعامة للكريات الحمراء و البيضاء حتى يمكن ضخها عبر الأوعية الدموية , ويتكون أساساً من الماء إضافة إلى عدة( مواد عضويه ولاعضويه ) من أهمها البروتينات (proteins) .والأملاح (salts).

### تتكون البلازما من :

٩١,٥% ماء water

٧% - ٧,٥% بروتين PROTEIN

١٠% مواد أخرى other substamse

يقسم البروتين إلى ثلاثة أقسام :

- الالبومين ٥٥% Albumine

- كلوبيولين ٣٨% Globulin

- فايبرونوجين والبروثرومبين ٧% AND PROTHROMBIN

fibrinogen

## الالبومين

يشكل أكبر نسبة في البلازما وهو العنصر الأساسي الذي يعطي كثافة للبلازما , ويتميز بدقائه الصغيرة لذلك فإن الالبومين هو أول نوع من البروتينات الذي يدخل محفظة بومان في الحالات المرضية , والالبومين عامل مهم في المحافظة على توازن السوائل داخل الجسم عن طريق ما يسمى بالضغط الازموزي  $Asmotic\ pressure$  (معادلة الضغط) .

## الكلوبيولين

هو جزيئات أكبر من الالبومين , وله فوائد كبيرة فهو يدخل في تركيب الهيموغلوبين وكذلك المايوكلوبين في العضلة كما إنه مسؤول عن تكوين الأجسام المضادة (Antibodies) .

## الفايبرونوجين

يدخل في عملية تخثر الدم , وهو موجود في الدم وعندما يتعرض للهواء يتحول إلى مادة نشطة تسمى **الفايبرين** وهذا يكون مادة هلامية حول منطقة الجرح ويعمل الخثرة (خلايا الصفائح الدموية) فالفايبرين هو الذي يجمعها حول الجرح .

## وظائف بلازما الدم

- تقوم البلازما بحمل الغذاء الى الأنسجة الجسميه , و ذلك بجمع المهضوم من الطعام من الأمعاء وحمله في الشرايين الى خلايا الجسم , ويحمل الدم العائد من الأنسجة فضلات التمثيل الغذائي عبر الأوردة , حيث تحمل المخلفات الغذائية الى اعضاء الافراز في الكلى .
- نقل  $CO_2$  المرتبط بالبلازما , الذي يتم حمله الى الرئتين .
- إن المواد الصلبة الذاتية في البلازما تكون على هيئة بروتينات تساعد في عملية التحكم في كمية الماء في الأنسجة , وتكون كمية صغيرة من هذه البروتينات من أجسام مضادة تساعد الكريات البيضاء في تحطيم الجراثيم المسببة للأمراض .
- حمل الهرمونات التي تقوم بتنظيم فعاليات الاعضاء الحيويه في الجسم وتناسق وظائفها والانزيمات التي تحفز التفاعلات الكيمياويه .

- ضبط الضغط الازموزي ودرجة الحموضه بين الخلايا والدم لاحتوائها على المواد اللازمه لذلك مثل ( الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والفوسفات)

### ثانيا - خلايا الدم Blood cell

تشكل نسبة ٤٥% من مكونات الدم و تشمل :

- كريات الدم الحمراء (Red corpuscles or Erythrocytes) و التي تستمد صيغتها من الهيموغلوبين (Hemoglobin).

- كريات الدم البيضاء (White corpuscles)

- الصفائح الدموية ( الاقراص الدمويه ) (Platelets).

جميع هذه الخلايا اكبر من الكريات الحمراء ولكل منهم دور ووظيفه مختلف عن الأخرى, ومن الأمور الهامة أن يكون هناك توازن بين الكريات البيضاء و الحمراء, إذ إن الزيادة الكبيرة أو النقص الكبير في أي منها قد يسبب أمراضاً معقدة و خطيرة وقد تكون مميته.

### - كريات الدم الحمراء ( R.B.C ) Red Blood cells) Erthrocytes

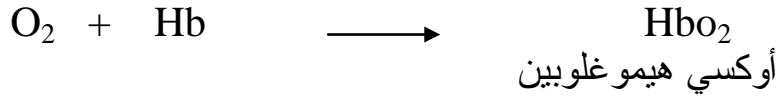
هي خلايا عديمة النواة مقعرة الجانبين , وذلك لزيادة التبادل الغازي بزيادة المساحة السطحية , يبلغ عددها ( ٤ - ٥ ) مليون عند الرجال و ( ٤,٨ ) عند النساء قطرها ٧ ميكرومترات , تتكون في الكبد و الطحال وفي نخاع العظم الاحمر , ويحفز هرمون ايرثروبوتين (Erythropoitin) على تكوينها , ويبلغ عمر الخلية الحمراء ١٢٠ يوم بعدها تتكسر وتخزن في الطحال ويجب تجديدها باستمرار للتعويض عن الخلايا التي تموت , ويتم تجديد هذه الخلايا في نخاع العظم .

ومن خصائصها

- قدره على النفاذ الى الاوعيه الدمويه الشعريه.

- تحمل الهيموغلوبين الناقل لأكسجين حيث يشكل نسبة ( ٤% ) من حجم الخلية الحمراء و الذي يتكون من الهيم بنسبة ٤% و هو الذي يعطي اللون الاحمر للدم و المسؤول عن نقل الأوكسجين في الدم , و

الكلوبلين بنسبة ٩٦% وهو بروتين يوجد في الخلايا الحمراء وكل  
جزء من الهيموغلوبين يقابله أربعة جزيئات من الهيم .  
إن الغرام الواحد من الهيموغلوبين يمكنه الارتباط مع ( ١,٣٤ ) سم<sup>٣</sup>  
من الأوكسجين في الشعيرات الدموية للرئتين حيث يكون الضغط  
الجزئي للأوكسجين ( ١٠٤ ) ملم / زئبق مكوناً مركباً يدعى بالأوكسي  
هيموغلوبين , وهذا المركب لا يعد أوكسيداً حقيقياً بل يبقى الحديد فيه  
على شكل حديدوز , لذا عند وصوله إلى أنسجة الجسم ينحل هذا  
المركب ويحرر الأوكسجين الذي يتم استهلاكه في الخلايا , حيث  
الضغط الجزئي أقل ( ٣٠ - ٤٠ ) ملم / زئبق



و تبلغ نسبة الهيموغلوبين عند الرجال ( ١٤ - ١٨ ) غم / ١٠٠ سم<sup>٣</sup>  
وتقل لدى النساء حيث تتراوح بين ( ١٢ - ١٥ , ٥ ) غم / ١٠٠ سم<sup>٣</sup> .

#### هناك عدة عوامل تؤثر في نقل الأوكسجين عبر الدم

- زيادة درجة الحرارة , إذ تقلل من نسبة تشبع الهيموغلوبين بـ  $\text{O}_2$ .
- الضغط الجزئي لـ  $\text{CO}_2$ .
- درجة الحمضية.
- الجهد البدني.
- المرتفعات حيث تقل نسبة  $\text{O}_2$ .

#### خلايا الدم البيضاء (White Blood cells) leukoytes

هي خلايا عديمة اللون تحتوي على نواة كبيرة الحجم يبلغ عددها  
( ٥٠٠٠ - ٩٠٠٠ ) خلية / مللتر<sup>٣</sup> من الدم ولاحتوي على  
الهيموغلوبين , وهي مسؤولة عن المناعة في الجسم وتمتاز  
بقدرتها العاليه على الخروج من الاوعيه الدمويه لتهاجم المكروبات



داخل الخلايا وحولها لذلك فإن عمرها قصير جدا لايتجاوز ( ٤ - ٥ أيام) او عدة ساعات.

### تقسم كريات الدموية البيضاء الى نوعين :

#### أولاً :كريات الدم البيضاء الحبيبية

تحتوي على حبيبات سايتوبلازميه ولها نواة مفصصه وتشمل :

#### النتروفيل

يشكل ٥٠-٧٠% من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء وهو متعادل الحموضه وله القدره على الحركه الاميبية ليقوم بالتهام البكتريا .

#### الايذونوفيل

يشكل ٢-٤% من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء وهو حامضي له دور في بعض امراض الحساسيه.

#### البازوفيل

يشكل نسبة ٠-٤% من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء وهو قاعدي يحتوي على الهيبارين والهستامين لذلك يمنع الجلطة الدمويه وله تأثير على الاوعيه الدمويه .

### ثانياً : كريات الدم البيضاء الغير حبيبية

لاحتوي على حبيبات سايتوبلازميه وتشمل ( المفسايت والمونوسايت) :

#### المفسايت

يشكل ٢٠-٤٠% من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء له دور في انتاج الاجسام المضاده , لتعمل كخلايا دفاعيه بحسب نوعها ( B وT ) . تقوم خلايا T بالمناعه الخلويه وتحمي الجسم من المكروبات والفايروسات وبعض البكتيريا التي تتكاثر في الجسم والتي لاتستطيع الاجسام المناعيه الوصول اليها , حيث تقوم بتدمير الخلايا المصابه . اما خلايا B تحمي الجسم من المكروبات الموجوده خارج الخلايا التي تتحد مع هذه السموم وتساعد في تدميرها .

## المونوسايت

تشكل ٢-٨% من العدد الكلي لكريات الدم البيضاء وهي خلايا كبيرة تقوم بدور كبير في مقاومة الالتهاب.

## وظائف الخلايا الدمويه البيضاء

الوظيفة الأساسية لخلايا الدم البيضاء هي الدفاع عن الجسم ضد الجراثيم التي تغزو الجسم و تسبب الأمراض , حيث تزداد اعداد هذه الخلايا عند دخول جرثومة إلى الجسم و تهاجمها بطريقة الالتهام الخلوي ( Phagoeytosis ) حيث تحيط الكريات البيضاء بها ثم تبتلعها و تهضمها .

و تموت الكريات البيضاء في هذه العملية و تكون المادة الصفراء (الصديد ) ( Pus) و هكذا يتم تخليص الجسم من الجراثيم الضارة. وفي بعض الأمراض المعدية يصبح عمل الكريات البيضاء أسهل بمساعدة مواد تسمى الأجسام المضادة Antibody الموجودة في البلازما , وبهذه الطريقة تتمكن الكريات البيضاء من أداء وظيفتها بسرعة أكبر , شكل (٣٤) .

## - الصفائح الدموية (platlates)

هي من العناصر غير السائلة العالقه في بلازما الدم , وتظهر بشكل اجسام شبه صلبه مبعثره في الدم , وهي عباره عن حطامات سايتوبلازميه ليس لها جدار خلوي خاليه من النواة, تتولد من خلايا اوليه كبيره تسمى ميكا كاريوسايت التي توجد في نخاع العظم وتنشأ من الخلايا الشبكيه والمصليه كما يعتقد انها تنشأ ايضا من الخلايا المولده العظيمه الموجوده في الرئتين .

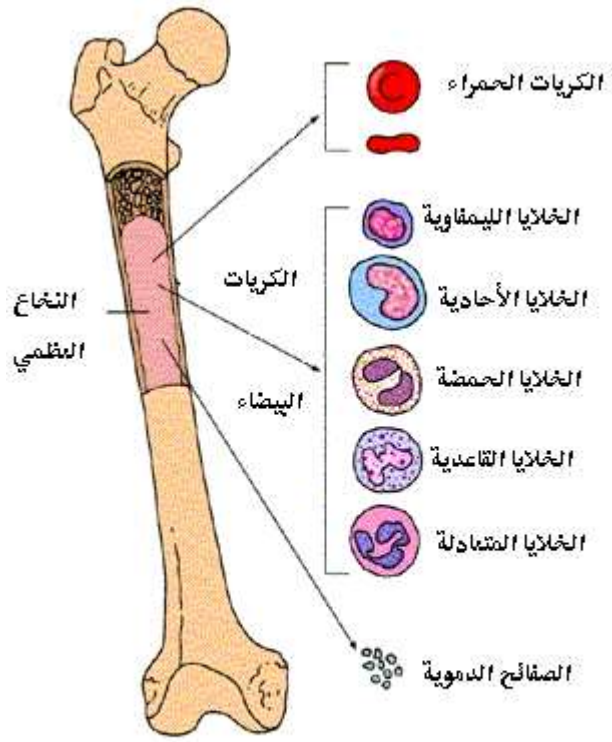
قطرها (٢-٣) مايكرون يبلغ عددها (٢٥٠, ٠٠٠ - ٤٠٠,٠٠٠) صفيحة / ملتر<sup>٣</sup> من الدم , ويزداد هذا العدد بعد اجراء التمرينات الرياضيه والجهد العضلي بشكل عام , كما تزداد في الحالات المرضيه وبعد النزف الدموي .

تلعب الصفائح الدموية دوراً هاماً في زيادة كتلة الدم و تبقى في الدم لبضعة ايام في حالة نقل الدم , وتقوم الصفائح الدموية بالمساعدة في عملية تخثر الدم , إذ إن الصفائح الدموية تتصف بقابلية الالتصاق بالسطوح الغريبة , وخاصة سطوح الاغشيه المصليه المتضرره والسطوح الزجاجيه , وتزداد هذه الظاهره بعد العمليات الجراحيه حيث تتفاعل في مكان الإصابة مع الخماثر ومواد أخرى متعددة وتسبب في إنتاج مادة الفايبرين (Fibrin) ويكون الفايبرين غشاء عبر الجزء المجروح يحتجز كريات الدم الحمراء مما يحدث الجلطة (clot).  
**(اهم وظائف الاقراص الدمويه:**

- عملية التخثر
- انكماش الخثره الدمويه .

### وظائف الدم العامه

- إيصال الاوكسجين إلى مختلف أنحاء الجسم .
- طرد مخلفات التمثيل الغذائي (CO<sub>2</sub> واليوريا والمواد الأخرى) لطحها خارج الجسم
- نقل المواد المسيطرة (Regulating fater) مثل الهرمونات التي تفرز من الغدد الصماء الى الخلايا الهدف .
- يحمل المواد المساعدة في التفاعل الانزيمات .
- نقل المواد الغذائية المختلفة (الكاربوهيدرات، الدهون ، البروتين ، الأملاح ، الفيتامينات) الى مختلف خلايا الجسم .
- السيطرة وتنظيم حرارة الجسم (Tempreture Regulatin)
- ضمن المعدل الطبيعي الذي يتراوح ( ٣٦،٦ - ٣٧،٤ ) مئوية.
- المحافظة على توازن السوائل في الجسم .
- الحفاظ على حامضية وقاعدية الدم ( PH Buffering Acid ) (Base Balonce system) .
- حمل الاجسام المضاده (المناعيه) والوظائف الدفاعيه في الجسم .
- السيطرة على حجم الدم بواسطة بروتينات البلازما وتنظيم عمليه التخثر للوقايه من النزف.



النخاع العظمي و خلايا الدم

شكل رقم ( ٣٤ ) يبين كريات الم الحمراء والبيضاء وانواعها

### ثالثا- الأوعية الدموية Blood vessels

تشمل الأوعية الدموية ( الشرايين والأورده والشعيرات الدموية الدقيقة) وهي مسؤولة عن نقل الدم وتوزيعه الى اجزاء الجسم المختلفه لتمد الانسجة بالاكسجين والمواد الغذائيه بشكل مستمر , وهي دائره مغلقة , وتعد قنوات الاتصال بين الجسم والقلب بالاتجاهين. من الناحيه التركيبيه تتكون الشرايين والأورده من ثلاث طبقات , الداخليه التي تشكل بطانة الأوعية الدموية وتتكون من نسيج طلائي حرشفي بسيط ومن الانسجه الضامه المرنه , والطبقه الوسطى تتكون من نسيج عضلي والياف مرنه .اما الطبقة الخارجيه فتتكون من

الكولاجين والاسيتين ,وتتكون الاوعيه الدمويه الشعريه من طبقه واحده من الخلايا الطلائيه .  
تقسم الاوعيه الدمويه على اساس وظيفي الى ثلاثة اقسام ( الشرايين والاورده والشعيرات الدمويه ) :

### اولا - الشرايين Arteries

هي اوعيه تحمل الدم الموكسج ( بأستثناء الشريان الرئوي) من القلب الى جميع اجزاء الجسم تحت ضغط عال , وهي تحمل دما غنيا بالمواد المهضومه ونسبه قليله من الفضلات .

جدارها سميك ومطاطي غني بالانسجه العضليه والالياف المرنه ويحتوي على نسبه كبيره من النسيج العضلي الحشوي وعلى الرغم من وجود اختلافات بسيطه في نسيج الشرايين على اختلاف أجهزة الجسم ، إلا إنها تقوم على تركيب أساسي واحد حيث ان جدارها يتكون من ثلاث طبقات والطبقه الداخليه منها تتكون من الخلايا المسطحه وهي الملامسه للدم وطبقه رقيقه من نسيج طولي مرن أما الوسطى فتكون حلزونية مكونه من ألياف عضليه تغطيها طبقه لينه .

الشرايين لاتحتوي على صمامات وتحتوي على تجاويف صغيره القطر و يغذيها نوعين من الاعصاب احدهما لتتيه الجدار لاحداث التقلص والآخر لاحداث الانبساط العضلي لارتخاء الشرايين .

جميع الشرايين تتفرع من الشريان الابهر عدا الشريان الرئوي ويسير الشريان الابهر من البطن الايسر باتجاه الرقبه ثم ينحني الى اليسار والاسفل حيث يغذي الرأس والذراعين ثم يتجه الى الاسفل موازيا للعمود الفقري ويصل الى الحوض والاحشاء الداخليه والجزء الاسفل من الجسم .

توجد الشرايين في جميع أنسجة الجسم وهي تحصل على الأوكسجين والغذاء من الدم الذي يمر من أوعيه دمويه دقيقه الموجوده على الطبقة الخارجيه للشرايين نفسها , وتقوم الشرايين بنقل الدم إلى خارج القلب من البطن الأيمن والأيسر وقد يكون هذا الدم مؤكسجاً كما في (البطن الأيسر) أو غير مؤكسج كما في (البطن الأيمن) والدم المؤكسج ينقل

بواسطة الشريان الاورطي (Aorta Artery) أما غير المؤكسج ينقل بواسطة الشريان الرئوي (pulmonary artery), شكل (٣٥).

### **ثانيا - الشعيرات الدموية capillaries**

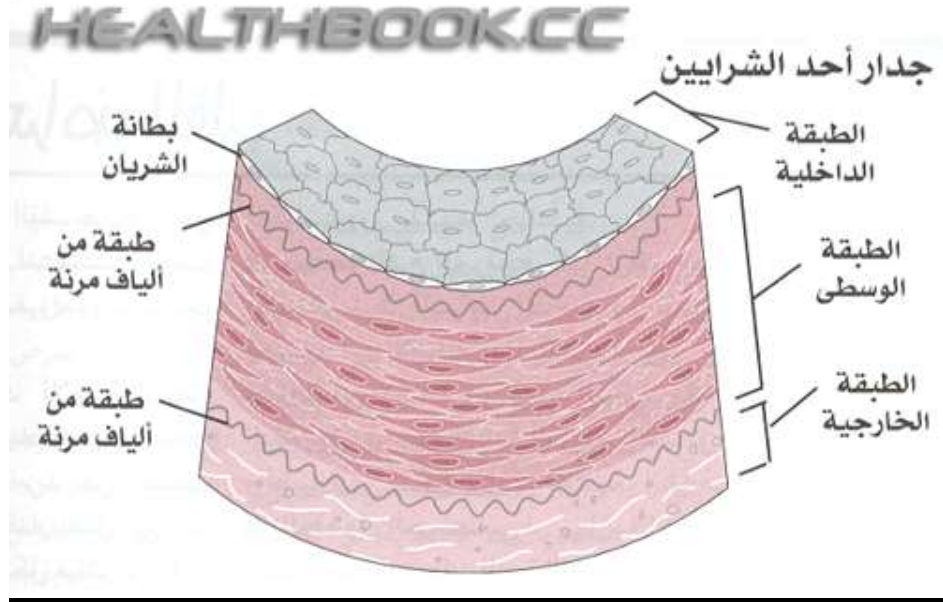
كلما ابتعدت الشرايين كلما زادت تفرغاً واصبحت متناهية في الدقة وهذه الفروع المتناهية تسمى (بالشعيرات الدموية) التي تربط نهايات الشرايين بالاورده تتبادل فيهما خلايا الجسم المختلفه احتياجاتها من الدم ,حيث تترشح من خلالها المواد الغذائية و الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون والفضلات .اذ تقوم بعملية تبادل بين الدم وخلايا انسجة الجسم المختلفه .

تتكون الشعيرات الدمويه من صف واحد من خلايا طلائيه مسطحه يبلغ سمكها (١٠٠٠/٢) من المليميتر ومتوسط طولها ١ ملم ويبلغ قطرها (١٠٠٠/٨) من المليمتر يبلغ طول الشعيرة حوالي ( ٦/٥ ) ملم وقطرها ١/٢ من قطر الشريان , وتتكون جدرانها من طبقة واحدة من الخلايا التي يتم عبرها تبادل المواد بين الدم والسائل المحيط بالانسجه , يصل الدم إلى الشعيرات غنياً بالأوكسجين والمواد الغذائية ويتركها ثانية محملاً بالفضلات وخالي من الأوكسجين .

### **ثالثا - الأوردة veins**

تؤدي الشعيرات الدموية إلى أوعية أكثر اتساعاً تعرف بالأوردة , تكون قربه من سطح الجلد وتحمل الدم غير المؤسج والحاوي على الفضلات , وتحتوي على القليل من المواد المهضومه ( بأستثناء الوريد البابي الكبدي ) من مختلف انحاء الجسم الى القلب عدا( الاورده الرئويه التي تحمل دما نقياً الى الاذنين الايسر) وان كل وعاء دموي (vessel) ينقل الدم إلى القلب يكون غير مؤكسج مثل الوريد الأجوف العلوي (superior vein) والوريد الأجوف السفلي (inferior- vein) ليصب في الاذنين الايمن او الوريد الرئوي (pulmonary vein) الذي ينقل الدم النقي في الرئتين الى الاذنين الايسر من القلب . الاورده اقل سمكا من الشرايين جدارها يتكون من نسيج عضلي والياف مرنه قليلا , لها تجاويف وهي اكبرقطرا من الشرايين .وتبدأ

من نهاية الشعيرات الدموية, وهي القنوات التي يمر بها الدم عند العودة إلى القلب. ويعود الدم من الأطراف إلى القلب عبر الأوردة لذلك تحتوي على عدة صمامات يمنع الدم من الرجوع بالعكس.



شكل رقم ( ٣٥ ) يبين تركيب الاوعية الدموية

## المبحث الثاني تأثير التدريب على القلب والجهاز الدوري

### تأثير التدريب على القلب والجهاز الدوري

ان أداء التمارين الرياضيه والجهد البدني الشديد يزيد جريان الدم في العضلات الى حوالي ٢٠ ضعف , واذا ما علمنا ان العضلات تشكل مايقارب ٥٠% من مكونات الجسم فأن ذلك يعني ان جريان الدم الكلي في عضلات الجسم يزداد اثناء الجهد الشديد عن مستواه الطبيعي من ٥لتر/ دقيقة الى حد عالي يصل الى اكثر من ٢٠ لتر/دقيقه مما يؤدي الى زيادة نتاج القلب الى اكثر من خمسة اضعاف مستواه الطبيعي . علما ان معدل جريان الدم في العضلات اثناء الراحة يبلغ (٣- ٤) مللتر/دقيقه /١٠٠غم من العضله , ولكن هذا المعدل يرتفع اثناء التمارين الشديده الى ١٥- ٢٥ ضعف حيث يصل الى (٥٠- ٨٠) مللتر/دقيقه /١٠٠غم من العضلات .

يجري الدم في الشعيرات الدمويه للعضلات بشكل قليل جدا اثناء الراحة ولكن هذه الشعيرات تتفتح جميعها اثناء التمارينالرياضيه , ويؤدي ذلك الى تقصير المسافه التي يقطعهاالوكسجين والمواد الغذائيه التي تترشح من خلال هذه الشعيرات الى الالياف العضليه , اضافة الى ذلك فأن المساحه السطحيه تزداد لتترشح عبرها كميته اكبر من المواد الضروريه من الدم الى العضله .

التدريب الرياضي المنتظم يؤثر بشكل إيجابي على كافة وظائف القلب والجهاز الدوري.

والتي يمكن ايجازها فيما يأتي :

- احداث تغييرات مورفولوجية وفسولوجية في القلب والجهاز الدوري ويعتمد هذا على مستوى التكيف على الحمل التدريبي نوع الحمل .



- رفع الكفاية الوظيفية لجهاز القلب والدورة الدموية ويظهر ذلك من خلال انتظام ضربات القلب وانخفاض سرعتها في الدقيقة الواحدة اثناء الراحة .

- زيادة الدفع القلبي وإعادة توزيع الدفع الدموي للأعضاء الجسمية العاملة وغير العاملة وأنسجة الجسم .وان زيادة الدم المدفوع من القلب يؤدي إلى تسريع إزالة حامض اللاكتيك المتجمع في العضلات نتيجة الجهد .

- زيادة حجم الضربة بسبب زيادة حجم القلب للرياضيين قياسا بغير الرياضيين ، هذا مما يزيد من حجم الدم المدفوع من القلب والذي بدوره يزيد من كمية  $O_2$  المدفوعة إلى العضلات العاملة (أي التي تؤدي الجهد البدني) .

- ارتفاع الضغط الانقباضي وانخفاض الضغط الانبساطي

- رفع مستوى مطاولة الجهاز الدوري – التنفسي مما يدل على رفع درجة اللياقة البدنية وسلامة أجهزة الجسم الحيوية المختلفة وكفايتها .

- مقاومة التغييرات الحاصلة أثناء الجهد والتي تتمثل في ( زيادة عدد الضربات القلبية ، زيادة الدين الأوكسجيني ، زيادة عدد مرات التنفس ، انخفاض تركيز الكلوكوز في الدم ، تغير نسبة حموضة الدم) والتي يصعب مقاومتها لدى غير الرياضيين .

## القلب والابجاز الرياضي

تزداد حاجة الرياضي إلى كميات كبيرة من الدم المدفوع والذي يعبر عنه بالنتاج القلبي أثناء القيام بالنشاطات البدنية , وان قيمة الدفع القلبي تزداد بشكل كبير حتى يصل خلال تمارين الشدة القصوى إلى (٢٥) لتر / دقيقة بسبب الحاجة إلى الأوكسجين في العضلات العاملة , وفي هذه الحالة تتوافق زيادة الدفع القلبي مع شدة الجهد حيث تسبب هذه العملية ما يأتي:

- نقصان توجه الدم إلى الأجهزة الأقل فعالية مثل الكبد والكليتين .  
- زيادة توجيه الدم إلى العضلات الأكثر فعالية بسبب الحاجة للأوكسجين . لذلك فإن التدريب الرياضي يحسن قابلية القلب على ضخ الدم ويسبب زيادة الكمية القصوى للنتاج القلبي (أو الدفع القلبي) .

## تأثير الحمل في وضع القلب

ان التغيرات الكيميائية التي تحصل في عضلة القلب عند اجراء تمارين مجهدة لفترة قصيرة (حمل شديد) ومن ثم اجراء تمارين بشدة متوسطة أثناء المطولة (حمل فترة طويلة) تتلخص كالآتي :

- أثناء أداء تمارين الحمل العالي الشده يزداد استهلاك عضلة القلب لحمض اللبنيك في الدم ، وتستهلك كمية من الكلايوجين والمايوكلوجين .

- أثناء أداء تمارين المطولة يزداد امتصاص عضلة القلب للكلوكوز من الدم

- زيادة نشاط الانزيمات التي تساعد في العمليات الأوكسجينية ، التكيف الكيميائي غير متشابه في أنواع التدريب إنما يتلائم مع نوع معين وخاص من التدريب .

ان الذين يزاولون التدريب الرياضي بشكل منتظم تكون ضربات القلب في الدقيقة لديهم أقل من الذين لا يزاولون الرياضة , وهذا الاختلاف يحصل نتيجة تكيف جهاز القلب والدورة الدموية على نشاط عضلي منتظم لفترة طويلة .

ان كمية الدم التي يدفعها قلب الرياضي في كل ضربة (تصل إلى ثلاثة أضعاف ما يدفعه قلب الغير رياضي نتيجة لكبر حجم القلب

الرياضي قياساً بحجم قلب غير الرياضي ، وان هذه الزيادة في كمية الدم المدفوع من القلب تزيد من كمية الأوكسجين المدفوع للعضلات المشتركة في الجهد بغية إزالة الكميات المتزايدة من حامض اللبنيك المتجمع في العضلات نتيجة استمرار الجهد .

### التغيرات الكيميائية في عضلة القلب جراء التدريب

تحدث في عضلة القلب عدة تغييرات كيميائية جراء التدريب الرياضي منها :

- زيادة بناء البروتينات في العضلات وفي عضلة القلب .
  - رفع كمية المايوكلوبين في القلب مما يساعد على تحسين قابلية العضلة على الإنجاز عندما يقل التمويل بالأوكسجين .
  - تزداد قابلية العضلة على استقبال كمية أكبر من الكلوكوز واللاكتيك في الدم أثناء التدريب عند المتدربين إلى الضعف قياساً بغير المتدربين .
  - إعادة الـ ATP في العضلة يسلك سلوكاً أوكسجينياً تأكسدياً .
- تختلف عضلة القلب عن العضلات الأخرى , حيث ان نشاط العضلات يتصاعد بشكل كبير الى حد التعب بسبب شدة الايض (التمثيل الغذائي) الذي يصل إلى عشرة اضعافه أثناء الجهد (وهذا لا يحصل في عضلة القلب ) وقد يصل عدد ضربات القلب إلى ٢٠٩ ضربة / دقيقة ولكن عند تكيف حجم القلب (زيادته) قد يصل القلب إلى عدد ضربات اكثر .
- أثناء التدريب البدني يرتفع إنتاج الطاقة وتحويلها , وهذا يعتمد بشكل أساس على كمية أستهلاك الأوكسجين واستقباله في اجهزة الجسم ويقوم الدم بتوصيل الأوكسجين إلى الأجهزة الجسميه وبلاخص العضلات لانجاز عملها , وبذلك يرتفع حجم الاوكسجين في عضلة القلب مما يزيد من كفاءة وظائف القلب .
- بشكل عام فإن التغيرات التي تحدث في عضلة القلب عند اجراء التمرينات بشدد مختلفه يمكن ايجازها كمايأتي :

### - النشاط الشديد لفترة قصيرة

- يحصل تغيرات في الدم.
- تستهلك العضلة القلبية كمية من الكلايوجين والمايوكلوبين ويزداد ايضا استهلاك العضلة القلبية لحمض اللبنيك .
- زيادة الانزيمات المساعدة في العمليات الأوكسجينية .
- زيادة القابلية على مقاومة الحموضه أي زيادة الخواص التنظيمية للدم (البفر PH) .

### - النشاطات المتوسطة الشدة ولفترة طويلة

- يزداد امتصاص عضلة القلب للكلوكوز في الدم .
- انخفاض الحموضة (أي زيادة قيمة PH) في الأنسجة .

### كمية الدم والنشاط الرياضي

لا يبقى حجم الدم في الجهاز الدوري ثابت خلال الدقيقة , ويختلف بحسب نشاط الجسم ، فأتداء الرياضة العنيفة تزداد ضربات القلب مما يزيد من الناتج القلبي ، حيث يزداد حجم الجزء الأكبر من الدم الذاهب إلى العضلات ، وهكذا تزود العضلات بكمية كبيرة من الأوكسجين الذي تحتاجه لتغطية نشاطها , ويتم التحكم في كمية الدم لكل عضو من الجسم بوساطة الشرايين , فعندما تنشط الاعضاء تتسع الشرايين لتسمح بكمية أكبر من الدم للمرور فيها وفي الشعيرات الدموية , ويحدث العكس في حالة الراحة ، حيث تنقبض الشرايين ويقل سريان الدم فيها , ومن الملاحظ ان جدران البطين الأيسر أكثر سمكاً من جدران البطين الأيمن , وذلك لأنه يقع عليه عبء كبير أثناء ضخ الدم إلى كافة الجسم في حين البطين الأيمن لايعمل سوى ضخ الدم إلى الرئتين .

### تأثير الجهد الرياضي على سرعة الدم في الاوعيه الدمويه

ان العامل المهم في الوظيفة القلبية الوعائية اثناء التمارين الرياضييه هو ايصال الاوكسجين والمواد الغذائيه الاخرى الى العضلات , ويزداد جريان الدم لهذا الغرض زياده كبيره اثناء التمرين .ان عملية النقل في البدايه تقلل مؤقتا من جريان الدم في العضلات لان العضله

المتقلصه تضغط على الاوعيه الدمويه داخل العضلات , ولذلك يؤدي التقلص التوتري الشديد الى تعب العضلات السريع بسبب عدم اصال كميته كافيته من الاوكسجين والمواد الغذائيه اثناء التقلص المستمر . عند القيام بجهد رياضي يزداد الدفع القلبي عند الرياضيين وتزداد الحاجه الى الاوكسجين والغذاء , كذلك تزداد النفايات مما يتطلب التخلص منها , لذا يزداد جريان الدم الى العضلات زياده كبيره اثناء التمارين الرياضيه , ويمكن ان تصل الى ٢٥ ضعف اثناء التمارين الشديده , وان نصف هذه الزياده تنتج عن التوسع الوعائي داخل العضله والذي تسببه التأثيرات المباشره لزيادة الفعاليه الايضيه نفسها والى عوامل عده اهمها زيادة الضغط الشرياني اثناء التمارين والذي يصل الى ٣٠% مما يؤدي الى ضخ كميات اكبر من الدم .

**ان سرعة سريان الدم في الأوعية الدموية تختلف وكما يأتي :**

سرعة الدم في الشريان الاورطي (الابهر)	٩٠ سم / ثانية
سرعة الدم في شريان متوسط الحجم	١٥ سم / ثانية
سرعة الدم في شعيرة دموية	٥ سم / ثانية

## **المؤشرات التي يتم من خلالها تقويم العمل التدريبي والتكيف الحاصل في القلب :**

### **أولاً : معدل ضربات القلب ( سرعة القلب ) ( النبض )**

هو من المؤشرات المهمة جداً في تقويم العمل الرياضي وتعود اهميته لسببين :

– مؤشر سهل القياس , حيث توجد وسائل مباشره وغير مباشره لقياسه .

– يعكس الحالة الوظيفيه للقلب .

يتراوح النبض الطبيعي للإنسان البالغ عند الراحة من ( ٦٠ – ٨٠ ) نبضه في الدقيقة أما عند الرياضيين فيكون أقل حسب الفعاليه الرياضيه , ففي تدريبات المطاوله يصل النبض إلى ( ٤٠ – ٤٥ ) نبضه بالدقيقة وقت الراحة .

ان زيادة انجاز القلب أثناء الحمل يتطلب زيادة في عدد ضربات القلب في الدقيقة , والزياده في سرعة القلب لحد معين , اذ ان سرعة النبض

لاتتيح للقلب وقتا كافيا لكي يعاود امتلائه بالدم في وقت الانبساط , و لذلك ان درجة الانتعاع تهبط عندما تزيد ضربات القلب عن ١٧٠ ضربه في الدقيقة حيث يتناقص صادر القلب .  
ان ضربات القلب أثناء الراحة لدى المتدرب تتحرك بنفس النظام لغير المتدرب . إلا ان المتدرب يستفاد من انخفاض تردد الضربات في الدقيقة أثناء الراحة من خلال الأستفادة من الأوكسجين بصورة أفضل في الجهاز المحيطي .  
تختلف الزيادة في ضربات القلب عند اداء الجهد البدني من فرد الى اخر وايضا تختلف حسب نوع الرياضة الممارسه والفترة الزمنية للجهد .

### تنظيم ضربات القلب

ينظم ضربات القلب الجهاز العصبي الذاتي ( الودي ونظير الودي) وتزداد ضربات القلب عند تحفيز الاعصاب الودية, فيما تقوم الاعصاب نظير الودية بخفض ضربات القلب , وعلى الرغم من ان هذه الالية هي الاساس الا انه توجد عوامل اخرى ذات علاقه بذلك مثل هرمون الابنفرين الذي يعمل على تسريع ضربات القلب .  
تنتج الاشارات العصبية من مركزيين خاصيين يوجدان في النخاع المستطيل احدهما يزيد من سرعة القلب والاخر يعمل على تبطئته وتبدأ هذه الاشارات من هذين المركزين وتصل القلب عن طريق العصب السمبثاوي والعصب الحائر ( العصب الدماغي العاشر) ويعمل المركزان بشكل متضاد لنشاط الاخر .  
في الحالة الاعتيادية يوجد هناك توازن بين عمل هذين الجهازين مع تغلب بسيط لتأثير العصب الحائر, ولكن عند المجهود الرياضي تزداد سرعة القلب نتيجة انخفاض نشاط المركز المبطيء للسرعة , وبعد فترة (١٥ - ٣٠) دقيقة ينشط مركز اسراع القلب , ونتيجة التغيير السريع حتى قبل اداء الجهد الرياضي بسبب العامل العصبي وليس الكيميائي ولكن العاملان ( العصبي والكيميائي ) بعد فترة من الجهد يشتركان في زيادة سرعة القلب وهذا يعني ان التغيير في نشاط المراكز الخاصة بسرعة القلب هو الذي يحدث زيادة سرعة القلب .

وهناك عوامل كيميائية تسبب زيادة سرعة القلب عند الجهد الرياضي مثل افراز الابنفرين من الغده الكظرية الذي يزيد من سرعة تقلص عضلة القلب وشدة تقلصه وكذلك النور ابنفرين الذي يفرز من نهايات العصب السمبثاوي وله نفس تأثير هرمون الابنفرين على القلب , كذلك زيادة ثاني اوكسيد الكربون في الدم ونقص الاوكسجين وزيادة حامض اللبنيك في الدم جميع هذه العوامل تسبب تقلصات الجهاز العضلي مما يرفع كمية الدم العائد الى القلب وارتفاع درجة الحرارة الجسم حوالي (١-٣) درجة مئوية , وان زيادة العائد الدموي الى القلب يتطلب زياده في سرعة القلب حتي لايبقى الدم في الاورده , كذلك ارتفاع درجة الحرارة تزيد سرعة القلب , كل هذه العوامل تزيد من سرعة القلب مما يحفظ نسبه عاليه لضغط الدم في الاوعيه الدمويه .

### العوامل المؤثره في سرعة القلب ( النبض )

تشمل (السن والجنس , وضع الجسم , درجة الحرارة , حالة الجسم البدنيه والنفسيه  
الهضم , الجهد العضلي , الامراض , الهرمونات , الايونات)  
- السن والجنس

ان معدل ضربات القلب لدى الأطفال أكثر من (١٣٠) مره بالدقيقه ثم تقل تدريجيا حتى تصل ٧٠ ضربه بالدقيقه عند البالغين ثم تزداد عند الشيخوخه ( ٧٥-٨٠) ضربه في الدقيقه حيث يزداد قليلاً عندما يتقدم الإنسان بالعمر , كذلك يزداد النبض عند الإناث قياساً بالذكور.

### - وضع الجسم

وضع الجسم يؤثر على المعدل الطبيعي للنبض , إذ يزداد في اليقظة عما هو عليه أثناء النوم , ويزداد أثناء الوقوف عما هو عليه أثناء الجلوس والاستلقاء.

### - درجة الحرارة

ان منظم النبض ( pacemaker ) حساس جدا لاي تغيير في درجة الحرارة , حيث تزداد سرعة القلب عند التعرض لبيئه مرتفعة

الحراره وتقل عند التعرض للدرجات الحراريه المنخفضه وتصل الزيادة في سرعة القلب من ( ١٠ - ٤٠ ) نبضه في الدقيقة نتيجة لزيادة درجة الحرارة , لذلك يمكن تفسير تسارع القلب اثناء الحمى الذي يعد دليلا عليها .

#### - حالة الجسم البدنيه والنفسيه

الرياضيون المتدربون يمتازون بانخفاض سرعة القلب في وقت الراحة، ويزداد النبض أثناء الجهد والإنفعالات النفسيه الساره والمفرحه والغضب والخوف ويقل عند الحزن ويحدث ذلك بسبب تحفيز القلب .

#### - الهضم

تحدث زياده في سرعة القلب لفتهه تتراوح من ٢-٣ ساعات بعد تناول الغذاء وذلك يتوقف على نوع الغذاء وامكانية هضمه .

#### - الجهد العضلي

تزداد ضربات القلب عند القيام بمجهود عضلي بسبب حاجة العضلات الى كميات اكبر من الدم المؤسج لامداد العضلات بالطاقة اللازمه للنشاط , وتتاسب هذه السرعه مع شدة الجهد وتعود سرعة القلب الى حاله الطبيعیه بعد انتهاء الجهد .

#### - الامراض

تزيد من سرعة القلب وتعد زيادة سرعة القلب دليلا على الحمى.

#### - الهرمونات

تلعب افرازات الغدد الصماء دورا كبيرا في التأثير على ضربات القلب حيث بعضها ترفع من سرعته , مثل الابنفرين الذي تفرزه الغده الكظرية كما يقوم هرمون النور ابنفرين الذي يفرز عند نهايات العصب السمبثاوي بنفس تأثير هرمون الابنفرين.

#### - الايونات

ان قوة ضربات القلب تعتمد على الايونات وبخاصه الموجبه منها مثل ( الكالسيوم , البوتاسيوم والصوديوم ).



## ثانياً : الناتج القلبي وحركة الدم

الناتج القلبي أو (الدفع القلبي) يعرف على انه كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة الواحدة ويقاس بالتر أو المليلتر , وهو من المؤشرات المهمة في تطوير كفاءة القلب والجهاز الدوري التنفسي , حيث تحصل عند الرياضي زيادة في حجم الضربة وبالتالي زيادة الناتج القلبي..  
يمكن التعبير عن العلاقة بين الدفع القلبي وحجم الضربة والمعدل القلبي بالمعادلة التالية :

**الدفع القلبي = حجم الضربة x المعدل القلبي ( عدد ضربات القلب)**

حيث ان :-

**حجم الضربة :** هو كمية الدم التي يضخها القلب في الضربة الواحدة  
**المعدل القلبي :** هو عدد ضربات القلب خلال الدقيقة الواحدة.

## العوامل التي تؤثر على الناتج القلبي

- رياضة المطولة تؤدي إلى زيادة حجم التجايف القلبية مما تؤدي الى زيادة كمية الدم .
- زيادة قوة العضلة تؤدي إلى زيادة الدفع القلبي من الدم في كل ضربة .
- زيادة حجم الدم الوريدي العائد للقلب .

كذلك ان لوضع الجسم تأثير في الناتج القلبي ، فكمية الناتج القلبي عند الاستلقاء تزيد عنها أثناء الجلوس وتزيد بدورها عن الوقوف فضلاً عن نوع النشاط الممارس .

## تأثير وضع الجسم على الدفع القلبي

ان تغيير وضع الجسم يصاحبه تغييرات في دوره الدمويه لكي يتمكن الجسم بالاحتفاظ بوضعه الجديد دون اجهاد , ولايشعر الفرد بهذه التغييرات في الحالات الطبيعيه ولكن تبدو اكثر وضوحا عند الاصابه او المرض.

يظهر تأثير الجاذبية الارضية عند الوقوف مقارنة بوضع الاستلقاء حيث تعمل على الاحتفاظ بالدم في الاجزاء السفلى من الجسم وهذا يتطلب من الجهاز الدوري جهدا كبيرا لضمان وصول الدم الشرياني الى الاجزاء الاخرى من الجسم وعدم تجمعه في جزء دون اخر . ويتم ذلك بأن يقتصر توزيع الدم على نطاق ضيق مما يسهل عودة كميته كافيته من الدم لمليء القلب حتى يكون هناك دفع قلبي مناسب .

اما عند المصابين والمرضى فان الدم يتجمع بكمية كبيرة في الاحشاء مما يسبب نقص كبير في كمية الدم العائدة للقلب وبالتالي انخفاض في الدفع القلبي , ويزداد الدفع القلبي عند الاستلقاء عنه من وضع الجلوس والوقوف .

الدفع القلبي عند الذكور في وضع الاستلقاء ٤,٢ لتر و ٣,٩ لتر عند الوقوف يقابله عند الاناث ٣,٤ لتر في وضع الاستلقاء و ٣,٣ لتر عند الوقوف .

تزداد سرعة القلب عند الوقوف لذا كلما ازدادت فترة الوقوف يقل الدفع القلبي رغم زيادة سرعة القلب , ويؤثر الوقوف الطويل على دوره الدمويه ويسبب زيادة حجم الساقين عند غير المتدربين من طويلي القامة بينما تقل دوره الدمويه عند قصار القامة والذين يقومون بتدريبات رياضية , الافراد الذين لايتكيف الجهاز الدوري لوضع الجسم يتميزون بعدم استقرار وضع اجسامهم وذلك محاولة لتقليل فرص ركود الدم في الاجزاء السفلى للجسم .

### حجم الضربه القلبيه والجهد الرياضى

يتزايد حجم الضربه مع معدلات الزيادة في الجهد , حيث يزداد حجم الضربه حوالي من ( ٤٠-٦٠ % ) أثناء التدريب , حجم الضربه لغير المدرب يكون من ( ٥٠-٦٠ ) ملليمتر وقت الراحة , وعندما يبذل جهداً بدنياً يصل حجم الضربه إلى ( ١٠٠-١٢٠ ) ملليمتر , أما حجم الضربه عند المدرب وقت الراحة من ( ٨٠ - ١١٠ ) ملليمتر وعند اداء جهد بدني يصل حجم الضربه إلى ( ١٦٠ - ٢٠٠ ) ملليمتر . جدول (١)

## تأثير الرياضة على الدفع القلبي

يدفع القلب في كل نبضه حوالي ٧٠سم<sup>٣</sup> من الدم من كل من البطين الايمن الى الرئتين والبطين الايسر الى الشريان الابهر وتسمى هذه الكمية من الدم بالدفع القلبي للنبض الواحد ويدفع القلب حوالي ٤-٥ لتر من الدم في الدقيقة , وعند اداء اي جهد رياضي فان الدفع القلبي يزداد عند الشخص العادي الى ٢٠ لتر بينما عند الرياضي فتصل الى ٤٠ لتر ويتوقف ذلك على شدة الجهد الرياضي وسرعته , فالتقلصات العضلية السريعة تسبب دفع قلبي اكبر من التقلصات البطيئة لنفس المجهود , وذلك لان التقلص العضلي السريع يعمل على زيادة سرعة عودة الدم للقلب فيزيد من الدفع القلبي , وهذا لا يحدث عند التقلص العضلي البطيء .

ان زيادة التمرين تسبب زياده كبيره في الدفع القلبي في الدقيقة في حالة النشاط الرياضي العنيف حيث يدور في الجسم حوالي ٦-٧ مرات في الدقيقة . لذلك فان القلب يقوم بمجهود كبير اثناء الرياضة العنيفه وان زيادة الدفع القلبي ترجع الى زيادة الضغط الدموي وزيادة كمية الدم الوارده الى القلب فعندما يرتفع الضغط الدموي يقوم القلب بمجهود كبير لدفع الدم الى الشريان الابهر وعليه ان يقوم بزيادة شدة تقلصه وهذا مايسبب زيادة حجم القلب عند الانبساط .

ان ممارسة الرياضة تزيد من الدفع القلبي في الدقيقة نتيجة زيادة الدفع القلبي للنبضه ( حجم الضربه ) وهذه الزيادة يتحكم فيها القلب كذلك تحدث بسبب زيادة عدد نبضات القلب والتي تتحكم فيها الاعصاب ( العصب السمبثاوي المغذي للقلب الذي يزيد من نشاطه اثناء المجهود الرياضي ) وهذا ما يحدث زياده في الدم العائد الى الاذنين الايمن في القلب ويزيد في توتره و من قوة انقباضه وبالتالي زيادة الدفع القلبي . يمكن تدريب القلب على الجهد الشديد ويحدث ذلك نتيجة زيادة نمو عضلة القلب وقدرتها على التمدد , وقد يصل حجم الدفع القلبي للنبضه الواحد الى اكثر من ١٥٠سم<sup>٣</sup> وهذا مايفسر انخفاض نبض المتدربين عن غير المتدربين في اوقات الراحة .

هناك علاقه وثيقه بين نتاج الشغل واستهلاك الاوكسجين ونتاج القلب اثناء التمارين الرياضييه , وذلك لان نتاج الشغل العضلي يزيد من

استهلاك الاوكسجين والذي بدوره يوسع الاوعيه الدمويه فيزيد العائد الوريدي ومن نتاج القلب .  
يبلغ نتاج القلب الاعتيادي عند الراحة ٥,٥ لتر / دقيقه ويرتفع عند اثناء التدريب الى ٢٠ لتر / دقيقه لدى غير المتدرب بينما يرتفع الى ٤٠ لتر / دقيقه لدى عدائي المسافات الطويله .لهذا فأن نتاج الشغل عند الشخص السوي يمكن ان يرتفع الى اكثر من اربعة اضعاف بينما لدى الرياضي المتدرب جيدا يزداد الى حوالي ستة اضعاف او اكثر .

### ثالثاً : حجم القلب

حجم القلب من المؤشرات الفسيولوجية المهمة وله تأثير كبير في عمل جهاز القلب والدورة الدموية , وان التدريب يسبب تضخما في عضلة القلب مما يزيد من حيويتها وقدرتها على القيام بنشاطها , ويبلغ حجم القلب عند الرجل في الحالة الاعتيادية (٦٥٠ - ٧٠٠) سم<sup>٣</sup> , أما عند النساء فيبلغ (٥٨٠) سم<sup>٣</sup> , ويتميز قلب الرياضي بكبر حجمه بنسبة ٣٠% مقارنة بغير الرياضي حيث يصل حجم القلب عند الرياضيين الاعتياديين (٨٠٠ - ٩٠٠) سم<sup>٣</sup> , وقد يصل في بعض الحالات إلى (١٢٠٠) سم<sup>٣</sup> و احيانا يصل حجم القلب إلى (١٧٠٠) سم<sup>٣</sup> , وعند الوصول إلى هذا الحجم يسمى بالتضخم المرضي , حيث يجب إجراء الفحوصات اللازمة للتأكد من سلامة القلب .  
ترجع زيادة حجم قلب الرياضي الى طبيعة التدريبات التي يمارسها وخصوصا تنمية المطاوله , لان العمل العضلي في الالعاب التي تعتمد على المطاوله تمتاز بالاستمراريه , كما ان تدريبات المطاوله تستوجب استهلاك كبير للاوكسجين مما يؤدي الى زيادة الطلب على الاوكسجين وهذه الحالة تؤدي الى تحميل كبير لجهاز القلب والدوران عن طريق تجهيز العضلات العامله بالاوكسجين لذلك فأن التدريب الرياضي على المطاوله يسبب حدوث زياده في حجم القلب , ومن الجدير بالذكر ان عدائي المسافات الطويله يمكنهم تحقيق نتاج قلبي يبلغ حوالي ٤٠% اكثر من الاشخاص غير المتدربين, ويعود ذلك الى تضخم تجاوير القلب لديهم يصاحبها ايضا زياده في كتلة القلب بمقدار ٤٠% او اكثر , الا ان هذه الزياده في سعة ضخ القلب وتضخمه تحدث في التدريب

الرياضي ( التحمل الطويل) ولا تحدث في انواع الرياضات القصيره ,  
ورغم كبر قلب عدائي المسافات الطويله مقارنة مع الاشخاص  
الاسوياء لكن نتاجه عند الراحة متساوي تماما , كذلك ويمتاز الرياضي  
بحجم ضربه اكبر من السوي الا انه عند الراحة تكون سرعة القلب  
عند الرياضي اقل مقارنة بغير الرياضي .

حجم الضربه	سرعة القلب
(مـل)	ضربه / دقيقه
	عند الراحة
غير رياضي	٧٥
راكض مسافات ١٠٥	٧٥
	٥٠
	الطويله
	عند الشد العضلي
غير رياضي	١١٠
راكض المسافات ١٦٢	١٩٥
	١٦٢
	الطويله

جدول رقم ( ١ ) يبين سرعة القلب بالدقيقة عند الراحة والجهد بين غير الرياضيين وعدائي المسافات الطويلة  
ان زيادة حجم القلب تنتج تبعا لسلسله من المؤثرات والعوامل المختلفه  
والتي تسبب تكيفات متناسبه مع شدة وحجم ومدة دوام المؤثر .

### تكون الزيادة في اتجاهين :

- زيادة سمك العضلة القلبية (جدار العضلة) حيث تحدث نتيجة تغيرات تركيبية للالياف تتمثل في زيادة وزنها وتضخم الالياف والتي يسببها التوسع ( اطالة الالياف والتوسع )  
- زيادة في حجم التجاويف القلبية (إتساع حجرات القلب) .

ان الزيادة في حجم القلب تكون نتيجة الضغط المتكرر على عضلة القلب والذي يسبب نمو عضلة القلب فيزداد وزنها نتيجة التوسع في الليف العضلي حيث تتخشن الالياف وتزيد المساحة التي ينتشر خلالها الأوكسجين في طريقه من الأوعية الدموية الشعرية مما يؤدي إلى تعويق وصوله إلى مركز الليف العضلي في حالة ( التضخم المرضي ) وقد يكون هذا النقص في الأوكسجين عاملاً مهماً في عملية التكيف بالنسبة للرياضيين .

عند الزيادة في الحجم التدريبي عادة تكون على حساب شدته مما يسبب زياده في اجهاد جدران القلب في نهاية الانبساط , ونتيجة هذا الاجهاد يحدث تكيف وظيفي للجدران بزيادة لويقات عضليه على التوالي مما يؤدي الى زيادة حجم وحجرات ( تجاويف القلب ) وهذا يجعلها تستوعب الزيادة في حجم الدم نهاية الانبساط , ويؤدي ذلك الى زيادة وبناء لويقات عضليه بطريقة لامركزيه على امتداد الليف العضلي .

ان زيادة حجم التدريب ( تدريبيات المطاوله ) تعمل بشكل طردي على زيادة حجم تجاويف القلب على حساب الزيادة في سمك القلب , اما في فعاليات القوه فأن الزيادة في شدة الحمل تؤدي الى زيادة مقاومة الاوعيه الدمويه نتيجة الضغط المسلط على العضلات الهيكلية , وهذا مايتطلب جهد الانقباض للقلب لورود الدم الى العضلات الهيكلية , مما يتطلب بناء لويقات عضليه جديده بصوره متوازيه ( بطريقه

لامركزيه) لكي يوازي زياده وبالتالي يؤدي الى زيادة قوة جدران القلب..

### لذلك فإن حجم القلب ينمو بناءً على ما يأتي :

- زيادة اتساع تجويف القلب
- زيادة حجم العضله القليه
- الدمج بين اتساع تجويف القلب وزيادة حجم عضلة القلب , ويعد الدمج بين اتساع عضلة القلب وزيادة حجم العضله القليه من اكثر الاسباب التي تزيد من حجم العضله القليه

### رابعاً : عدم أنتظام ضربات القلب

ان عدم أنتظام ضربات القلب يكون نتيجة لسببين هما :-  
- حالة مرضية

أي وجود خلل في العضلة القلبية أو ارتفاع الضغط الدموي أو خلل في الأشارات الصادرة عن العقدة الحبيبية الأذينية .

### - حالة تكيف فسيولوجية

تحدث في رياضة المطاولة وهو مؤثر ايجابي يدل على تطور وظيفي في قلب الرياضي , حيث يقل الأعتدال على الجهاز العصبي المركزي وزيادة الأعتدال على العقدة الحبيبية الأذينية ويحصل ذلك لدى الرياضيين المتدربين نتيجة التكيف الحاصل عن التدريب .

### خامساً : الضغط الدموي

هو القوه المسلطه من الدم على جدران الأوعية الدموية والذي يعتمد على مقدار حجم الدفعة القلبية .  
او هو القوه التي يسلمها الدم على وحدة المساحه من جدار الاوعيه الدمويه .

ان كمية الدم الذي يدفعها القلب تؤدي إلى سريان الدم في الشرايين مما يؤدي إلى زيادة الضغط داخل الأوعية الدموية , ويساعد انقباض الشرايين على زيادة مقاومة سريان الدم لذا على القلب ان يزيد من قوة

الضخ ليدفع الدم خلال الشرايين الضيقة , وهذا يؤدي إلى زيادة الضغط , والعكس يحصل حيث يؤدي اتساع الأوعية الدموية إلى إنخفاض الضغط الدموي .

يزداد ضغط الدم مع أزدیاد حجم الدم ويقل بقلته , ويؤثر التدريب الرياضي أثناء الجهد العضلي في زيادة ضربات القلب وهذا ينعكس على زيادة كمية الدم المدفوع إلى الدورة الدموية , مما ينتج عنه زيادة في قيمة الضغط الدموي , أما عند أداء التمرينات الرياضية لفترة طويلة فينخفض الضغط الدموي تحت المعدل الطبيعي , ويستجيب القلب لهذا الانخفاض نتيجة زيادة إنقباضه , وتزداد ضربات القلب عن الحد الطبيعي عما هو عليه في وقت الراحة ,

### يقسيم الضغط الدموي إلى:

#### - الضغط الدموي الانقباضي

هو الضغط الذي يتولد نتيجة لقوة انقباض العضلة القلبية ودفع الدم داخل الشرايين مضافاً إليها مقاومة جدران الشرايين لمرور الدم ويبلغ ( ۱۲۰ - ۱۴۰ ) ملم زئبق ويرتفع خلال الجهد والتوتر العصبي والنفسي وتناول الاملاح .

#### - الضغط الدموي الإنبساطي

هو الضغط الناتج عن انبساط العضلة القلبية والذي يتولد في الشرايين . او هو الضغط الذي يتولد نتيجة انقباض الأذنين ومرور الدم من الأذنين إلى البطينين فضلاً عن عودة جزء من الدم في الشريان الأبهر والبطين الأيسر وارتطامه بالصمام الهلالي ويسمى احياناً بالضغط الواطيء ويساوي ( ۷۰ - ۸۰ ) ملم زئبق .

#### العوامل التي تؤثر على الضغط الدموي

- كمية الدم المدفوع الى الشرايين خلال الدقيقه فكلما زادت ارتفع الضغط الدموي واذا قلت انخفض الضغط الدموي .



- المقاومة المحيطية الناتجة عن الاوعية الدموية وتعود الى مايلي :

- مساحة المقطع العرضي للاوعية الدموية , حيث تزداد المقاومة المحيطية للوعاء الدموي مع نقصان المقطع العرضي للوعاء.
- لزوجة الدم , كلما زادت لزوجة الدم زادت المقاومة المحيطية للوعاء الدموي واذا قلت لزوجة الدم سال بسهولة وقلت مقاومته وانخفض ضغطه .
- الجهد البدني , يزداد الضغط الدموي الانقباضي مع زيادة الجهد ويزداد قليلا او لايتأثر الضغط الدموي الانبساطي .
- الجاذبيه الارضية , تؤثر الجاذبيه الارضية على جهاز القلب والدوران وحسب وظيفة الجسم , حيث يزيد الضغط اذا كانت الحركة عكس اتجاه الجاذبيه والعكس صحيح .

### تنظيم ضغط الدم

يتم التحكم وظيفيا بضغط الدم من خلال كمية الدم المدفوعه في الدقيقه عن طريق مركزان عصبيين في النخاع المستطيل (المسرع والمثبط) ففي حالة ارتفاع الضغط الدموي لاي سبب كان يرسل هذا المركزسيالات عصبية الى العصب التائه فيؤدي الى تقليل النبض , وبالتالي تقل كمية الدم المدفوعه مما يؤدي الى خفض ضغط الدم الى ان تصل الى الحدود الطبيعيه , ويحدث عكس ذلك في حالة انخفاض ضغط الدم حيث ترسل سيالات عصبية من هذا المركز الى العصب السمبثاوي والذي يعمل على تثبيط عمل العصب التائه ويقوم بزيادة كمية الدم المدفوعه مما يزيد الضغط الدموي الى حد الوصول الى حدوده الطبيعيه .

## تأثير المجهود الرياضي على ضغط الدم

عند القيام بأي جهد بدني فإن حاجة الجسم للاوكسجين تزداد ولكي يتمكن الجسم من سد النقص الحاصل يزيد من كمية الدم الوارد الى الرئتين خلال الوحده الزمنية , ويتم ذلك بزيادة سرعة الدم والتي بدورها ترفع من ضغط الدم اي ان زيادة ضغط الدم خلال الجهد الرياضي تضمن للجسم كفيه من الاوكسجين , وكذلك فإن التقلص العضلي الحاصل يسبب ضغطا على الاوعيه الدمويه المتفرعه داخل العضلات مما يسبب ضيق هذه الاوعيه ويزيد المقاومه الطرفيه التي يلاقيها الدم اثناء سيره في العضله , ولكي يتمكن الجسم من تزويد العضله بالدم يجب ان يرفع ضغط الدم ويتغلب على المقاومه الطرفيه , لذلك فان زيادة ضغط الدم عند اداء عضلي تسبب مايلى مجهود:

- زيادة سرعة الدم للحصول على كفيه كافيه من الاوكسجين  
- التغلب على زيادة المقاومه الطرفيه في شرايين العضلات عند تقلصها لضمان وصول الدم .

ومن الجدير بالذكر ان الجهد الرياضي يؤثر على الضغط الانقباضي وقليل التأثير على الضغط الانبساطي .

يزداد تأثير الجهد الرياضي على الضغط الدموي بزيادة شدة الجهد وارتفاع ضربات القلب حيث يرتفع الضغط الدموي , وقد يصل ارتفاع الضغط الانقباضي الى ٢٠٠ - ٢٣٠ ملم / زئبق , وتكون زيادة الضغط الدموي قليله عند الاشخاص المدربين بالمقارنة مع الاشخاص الغير مدربين اذا ما تساوى ضغط الدم عندهما وقت الراحة , وبعد القيام بالجهد يقل ضغط الدم بشكل تدريجي حتى الوصول الى الحالة الطبيعيه.

ان انخفاض الضغط هنا سببه توقف تأثير التقلص العضلي في دفع الدم في الاورده وكذلك زيادة عدد الشعيرات الدمويه المتفتحة تحت تأثير نفايات الجهد العضلي كحامض اللبنيك او البوتاسيوم.

### اسباب ارتفاع ضغط الدم اثناء الجهد العضلي

- زيادة الاشارات العصبية التي ترسلها المنطقة الحركية من القشره الدماغيه الى المراكز الخاصه بسرعة القلب والمركز العصبية الحركيه للاوعيه الدمويه .

- زيادة كمية ثاني اوكسيد الكربون نتيجة النشاط العضلي وكذلك تجمع حامض اللبنيك , مما يحدث تغييرات كيميائيه في الدم والذي يؤثر بشكل مباشر على مراكز تقلص الاوعيه الدمويه فينبهها للعمل .

## الفصل الخامس فسيولوجيا الجهاز التنفسي

### المبحث الاول الجهاز التنفسي Respiratory System

مكونات الجهاز التنفسي

اولا- الممرات الهوائية (الجزء التنفسي الاعلى)

- الأنف : ( Nose )

البلعوم

الحنجرة

القصبة الهوائية

وظائف الممرات الهوائية

ثانيا- الجزء التنفسي الاسفل ويشمل اجزاء الرئتين

الرئتان

الحويصلة الدمويه

انواع التنفس

ميكانيكية التنفس والعضلات المشتركة في عملية التنفس

حركات التنفس

عمليات التنفس

الضغط داخل الرئه

الضغط داخل الغشاء البلوري

مكونات هواء التنفس

التهويه في الجهاز التنفسي

تبادل الغازات

تبادل الغازات بين هواء الرئتين و الهواء الجوي

تبادل الغازات بين هواء الحويصلات والدم

تبادل الغازات بين الدم والانسجه

آلية التحكم وتنظيم عملية التنفس  
المراكز التنفسية *Respiratory Centre*

المراكز التنفسية والنشاط البدني  
العوامل التي تؤثر على المراكز التنفسية  
وسائل ضبط التنفس

- الضبط العصبي

- الضبط الكيميائي

المبحث الثاني

السرعة والاحجام التنفسية وتأثير النشاط الرياضي على التنفس

سرعة التنفس *Rate of Respiration*

العوامل المؤثرة في سرعة التنفس

أحجام التنفس

- السعة الشهيقية

- السعة الاحتياطية للزفير

- السعة الحيوية *Vital capacity*

- السعة الكلية للرئتين *Total Lung Capacity*

- السعة التنفسية العظمى *Maximum Ventilation*

- التهوية الرئوية اللازمة *Ventilatory Requirement*

- احتياطي التنفس للتهوية *Breathing Reserve*

- معامل التنفس ( الحاصل التنفسي ) *Respiratory Quatient*

تأثير النشاط الرياضي على التنفس

- التغيرات عند القيام بمجهود متوسط الشدة ولمدة طويلة :-

- التغيرات في التنفس عند القيام بمجهود عنيف ولفترة قصيرة

التنفس عند الضغوط المختلفة

التنفس وعلاقته ببعض انواع الرياضة :-

تأثير التدريب الرياضي على الجهاز التنفسي

## المبحث الاول **Respiratory System الجهاز التنفسي**

### الجهاز التنفسي

هو مجموعة الأعضاء التي تؤدي وظيفة التنفس ويتكون من ( الرئتين , والممرات الهوائية المختلفة ) ويقوم الجهاز التنفسي بمد الدم بالأكسجين بصورة مستمرة التي تحتاجها ملايين الخلايا الجسميه لاطلاق الطاقه التي تحتاجها للقيام بوظائفها الحيويه و التخلص من ثاني أكسيد كاربون الى الخارج , ويتم ذلك عبر تداخل نسيجي فاعل بين جدران الشعيرات الدمويه وجدران الحويصلات الرئويه ويحتاج الفرد الى كميته معينه من الاوكسجين وبصوره مستمره لأكسدة المواد العضويه والحصول على الطاقه اللازمه للنشاط العضلي . وتسمى عملية تبادل الغازات بين الكائن الحي والمحيط الخارجي بالتنفس .

### مكونات الجهاز التنفسي

#### تشمل

#### اولا- الممرات الهوائية (الجزء التنفسي الاعلى)

يشمل الانف والبلعوم والحنجره والقصبه الهوائيه وشعبتيها والقصيبات الهوائيه والقصيبات النهائيه , ويبلغ حجم الهواء في هذا الجزء حوالي ٤٠ سم<sup>٣</sup> ويطلق عليه بالفسحه الخامله ( dead space ) .

#### ثانيا- الجزء التنفسي الاسفل ويشمل اجزاء الرئتين

تشمل (القصيبات التنفسيه والقنوات الحويصليه والحويصلات ) شكل (٣٥) .

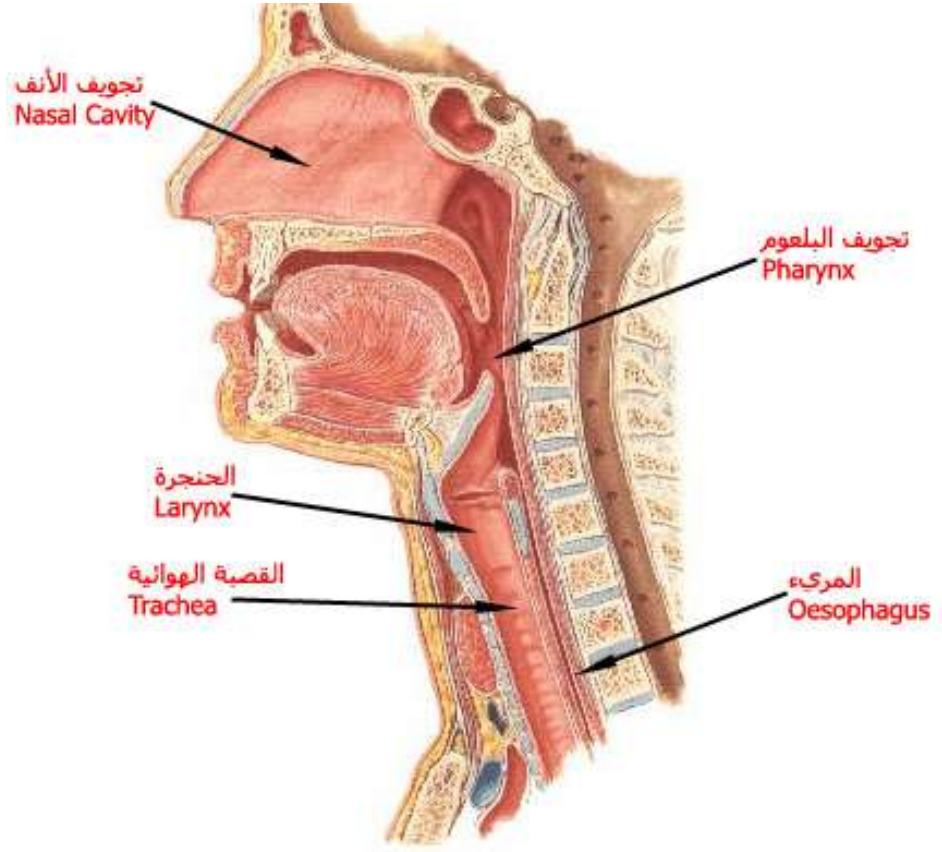
#### اولا- الممرات الهوائية (الجزء التنفسي الاعلى )

#### - الأنف Nose

هو البوابة الرئيسية لممرات التنفس , يقسم في وسطه بواسطة جدار رأسي ايمن وايسر ويتشكل في جزءه الخلفي العظم وفي جزءه الامامي غضروف , يدخل الهواء الى الانف بواسطة المنخرين الذين يحويان على الشعر الذي يترشح فيهما الغبار ونقسم تجاويف الأنف الى ثلاثة ممرات على جانبي الجدار بواسطة نتوءات عظمية تنمو من الجدران و تغطي هذه النتوءات بغشاء مخاطي كما تغطيه الاهداب التي تقوم بتوزيع المادة المخاطيه على سطح البطانه حيث تلتقط الفضلات , وهو رطب وسميك حيث يلامس الهواء الذي يدخل جدرانها الدافئة المبللة فيصبح الهواء رطباً ودافئاً ومرشحاً من الغبار بواسطة الشعر الموجود في الانف قبل الوصول الى الرئتين , ويتميز الانف بكونه مبطن بغشاء مخاطي وتوجد تحت بطانته شبكه من الاوعيه الدمويه التي تساعد في تدفئة الهواء. وهكذا تتم تنقية الهواء من المواد الغريبه وترطيبه ورفع درجة حرارته .

### البلعوم

هو انبوب يشبه القمع طوله ١٣سم ويمتد من المنخرين الى العنق يتكون جداره من عضلات هيكلية يغطيها غشاء مخاطي يقع خلف الأنف و الفم حيث ينفتحان عليه , و بذلك فهو يعمل على توصيل الهواء و الغذاء أيضاً , و يؤدي طرفه السفلي الى المرئ حيث يذهب الغذاء, أما الهواء فيذهب خلال فتحة في الجدار الامامي و يدخل الحنجرة لذا فان وظيفته تمرير الهواء والغذاء ويعمل ايضا كحيز لرنين الاصوات .



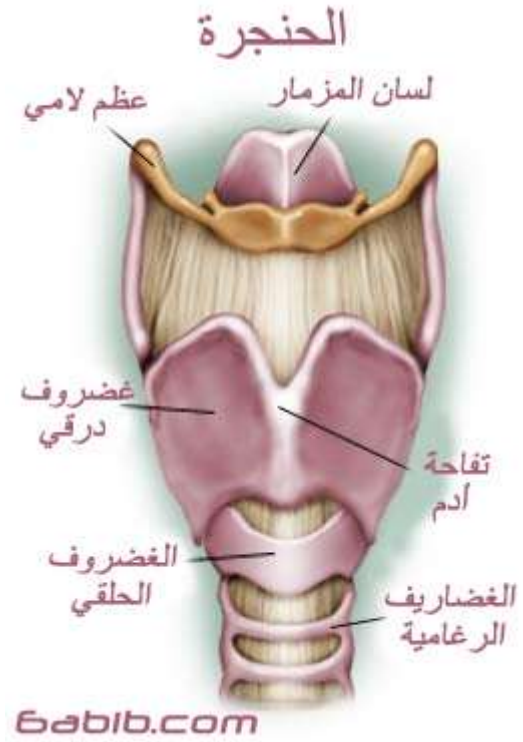
شكل رقم ( ٣٥ ) يبين الممرات الهوائية في الجهاز التنفسي



## الحنجرة

هي صندوق غضروفي صغير, يتكون جدارها من تسعة غضاريف يسمى الجزء الامامي الذي يشكل البروز في مقدمة العنق ( **تفاحة آدم** ) ويبطن الحنجره نسيج طلائي يحتوي على خلايا تفرز ماده مخاطيه لتنقيه هواء الممرات التنفسيه من الغبار, ويفصل بينها وبين تجويف البلعوم غشاء متحرك يطلق عليه ( **لسان المزمار** ) حيث يسمح هذا الغشاء للهواء بالمرور بحرية بين البلعوم و الحنجرة , وتغلق هذه الفتحة عند ابتلاع الطعام حتى لايسير نحو الرئة .

اضافه الى كون الحنجره مساراً للهواء التنفس فهي عضو الصوت لكونها تحتوي على الحبال الصوتية التي تقع داخل تجويفها على شكل طيه لحميه صغيره شاحبه اللون من الغشاء المطاطي ولها صفة المطاطيه, تتذبذب الحبال الصوتيه نتيجة ضغط مرور الهواء عليها في عملية الزفير لانهما يكونان متباعدين في عملية الشهيق وعندما يمر الهواء بينها الذي يحركها فتحدث الأصوات التي تصدر عند الكلام , وللحبال الصوتيه قابلية التقرب والابتعاد وكذلك التقلص والانبساط , لذا فإن الفسحة بينهما تضيق وتتسع للحفاظ على ممر مفتوح لمرور تيار هواء التنفس , أما الجزء السفلي من الحنجرة فيؤدي مباشرة الى القصبة الهوائيه , شكل (٣٦).



شكل رقم ( ٣٦ ) يبين تركيب الحنجرة

### القصبة الهوائية

هي قناة أسطوانية يبلغ طولها حوالي ( ١٠ - ١٢ ) سم وقطرها ( ٢,٥ ) سم يتكون جدارها من ( ١٦ - ٢٠ ) حلقة نصف دائرية ( حلقات غضروفية غير كاملة ) مبطنة بنسيج طلائي يحوي اهدابا , لذا تبقى مفتوحة باستمرار عن طريق حلقات غضروفية غير كاملة من الخلف وترتبط هذه الحلقات بأغشية مخاطية ولهذا تكون القصبة الهوائية مفتوحة دائما مما يساعد على مرور الهواء خلالها بحرية , وفي نفس الوقت تسمح القصبة الهوائية بمرور الطعام في الجزء العلوي من المريء الواقع خلفها .

, وتتكون بطانتها من نسيج طلائي طبقي كاذب يحوي على اهداب وخلايا مخاطية لالتقاط الشوائب العالقة في الهواء ودفعه الى الاعلى باتجاه الفم بحيث يتم ابتلاعها او بصقها.

وفي نهاية التشعب ينتهي الغضروف وتحل محله العضلات الملساء , كما يحل مكان النسيج الطبقي الكاذب نسيج طلائي مكعب وتنتهي الشعبيات بمجموعه من الحويصلات الرقيقة الجدران ومحاطه بشبكه من الاوعيه الدمويه الشعريه ,

تقع القصبه الهوائيه امام المريء وتمتد من الحنجره الى مستوى الفقره الصدريه الخامسه و تنقسم الى شعبتين من طرفها السفلي يسرى ويمنى تسمى بالشعبه القصيبه و تؤدي كل منها إلى إحدى الرئتين ثم تنقسم هذه الشعب الى شعبيات صغيرة داخل الرئتين (٢٠ - ٢٢) تفرع لتصل جميع جوانب و أجزاء الرئة وتحتوي على شعبيات ثانويه متعدده ومتسلسله تسمى **بالقصبه الهوائيه** والتي بدورها تنتشعب الى اصغر تسمى **بالقصيبه النهائيه** ثم تنتشعب القصبيات النهائيه هذه الى شعب ادق تسمى **بالقصيبه التنفسيه** حيث تنتشعب هذه الى قنوات دقيقه تسمى **بالقنوات الحويصليه** , لانها تنتهي بالحويصلات الرئويه .

ان كل قصيبه تنفسيه تستمر في تشعبها حتى تنتهي بالحويصلات ويطلق على القصيبه التنفسيه مع قنواتها الحويصليه وحويصلاتها النهائيه **بالوحده الرئويه Lung unit** وأن الجزء التنفسي الاسفل يتكون من عدد كبير من الوحدات الرئويه .

أن هذه الأجزاء التنفسيه العليا تعد ممرات هوائية تنفسية فقط , ولايحصل فيها التبادل الغازي لذا تسمى بـ المجال , وتعد الأسنان الرئويه هي المجال الفعال في عملية التبادل الغازي , ورغم ذلك فإن للمرات التنفسية دوراً حيوياً في عملية التنفس من خلال وظائفها الآتية :

## وظائف الممرات الهوائية

- تدفئة هواء التنفس عند مروره عبرها وتماسه مع الغشاء المخاطي المبطن للأنف والاعويه الدمويه في الغشاء .
- تشبع الهواء ببخار الماء , حيث تتم في القسم العلوي من الممرات التنفسية تشبع ( ٧٥ % ) منه أما الـ ( ٢٥ % ) فيتم تشبعها في الأسناخ الرئوية .
- تنقية هواء التنفس من الشوائب العالقة به , وذلك يتم بواسطة الشعيرات الموجودة في الأنف و أهداب الغشاء المخاطي المبطن للأنف و الممرات التنفسية العليا حيث أنها تتحرك من الداخل الى الخارج باتجاه واحد لتطرد الشوائب من الهواء التنفسي وتقلص عضلاتها لطرد المواد الغريبه , وكذلك تتشظ منعكسات العطاس و السعال اللذان يعدان عمليات زفيرية لطرد الشوائب .
- اختبار رائحة هواء التنفس , ذلك لوجود حاسة الشم في بداية الممر التنفسي , حيث أن العصب القحفي الأول (عصب الشم) ينتهي بالقسم العلوي من الغشاء المخاطي للأنف يسيطر الجهاز العصبي الذاتي بفرعيه السمثاوي و الباراسمثاوي على الممرات الهوائية التنفسية حيث يؤدي تنبيه العصب السمثاوي إلى توسيعها وبذلك تقل المقاومة لدخول الهواء أما تنبيه العصب الباراسمثاوي فيقوم بتضييق الممرات الهوائية التنفسية الى درجة أنغلاقها .

## الرئتان

تعد الرئتان عضوا التنفس الرئيسي , وهما عضوان ضخمان يقعان على جانبي القفص الصدري, احدهما اليسرى على جانب القلب والأخرى على يمينه , تمتد الرئتان من الحجاب الحاجز الى الترقوتين (عظمتي الترقوه) , شكل (٣٧)..

نسيجهما أسفنجي , ويحيط بكل رئة غشاء رقيق يسمى ( غشاء الجنب) البلورا Pleura و تبطن طبقتة الخارجية تجويف الصدر وتصل بالسطح الداخلي للأضلاع والسطح العلوي للحجاب الحاجز , وينطوي على نفسه ليعود ثانية مكونا طبقة غشائية تلتصق على السطح الداخلي للأضلاع اما الطبقة الخارجيه ( الجداريه) من الغشاء

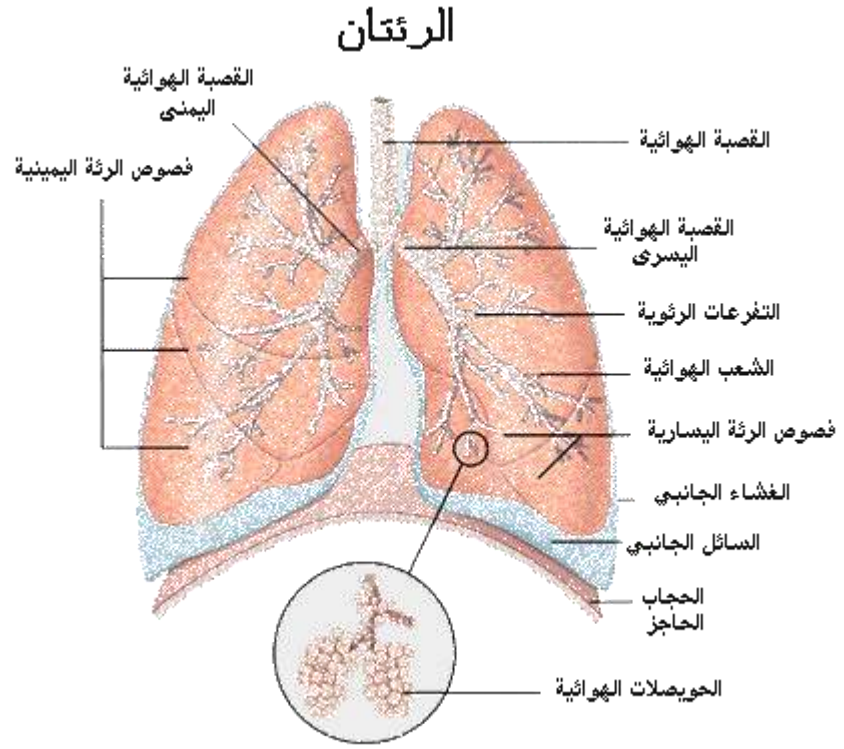
تبطن جدار الصدر بينما تغطي الطبقة الداخلية للغشاء ( الطبقة الاحشائية) الرئتين لانها تحيط بالرئة , وتتفصل مجموعة الاغشية عن بعضها بتجويف يسمى (الجوف الجنبى ) يحوي على سائل مصلي ملينا يمنع الاحتكاك بين الطبقة الخارجيه والداخليه لغشاء الجنب ولكنه يسمح للحركة بسهولة اثناء التنفس . ويمتد جوف الجنب في كل جانب نحو الاسفل فيشغل الزاويه المحصوره بين الحجاب الحاجز وجدار الصدر , حيث يفيد هذا الامتداد كفسحة احتاطيه تمتد فيها الرئة عند نمدها وتوسعها , ويحتوي جدار كل رئة انسجه مرنة وعدة اعصاب واوعيه دمويه.

تنقسم الرئة اليمنى الى ثلاثة فصوص و اليسرى الى فصين و ينقسم كل فص الى حوالي ( ٢٠٠ ) فصيص يحتوي كل منهما على عدة اكياس هوائية (حويصلات ) التي لها بنيه اسفنجيه ناعمه. وتتفرع الشعبة التي تدخل الفصيص الى قنوات أصغر تسمى ( شعبيات ) و تنقسم هذه بدورها لتزود كل حويصلة بفرع صغير شكل (٣٨).

لانتعتبر اجزاء الرئة جميعها اعضاء تنفس , والجزء الذي يحدث فيه التنفس يتكون من فصوص مرتبطة مع بعضها بواسطة الياف , والقصوص تتكون من شعب هوائيه تنفسيه نهائيه وحويصلات هوائيه وكذلك شعيرات دمويه واوعيه لمفاوي .

يتكون الجزء التنفسي من طبقه واحده من الخلايا المسطحه وتحمل الأوعيه الدمويه الدم المحمل بثاني أوكسيد الكربون الى الشعيرات الدمويه التي تحيط بكل حويصلة , و يدخل  $CO_2$  الحويصلة وتمتص  $O_2$  بدلاً منه ثم يجمع هذا الدم المؤكسد في الأوردة التي تعيده الى القلب .

, اما بقية اجزاء الرئة الاخرى فلا تشترك في عملية التنفس , ويتكون هذا الجزء من افرع القصبه الهوائيه والتي تتكون من قطع غضروفيه مسطحه ومبطنه بغشاء ولها اهداب وبعض العضلات .



شكل رقم ( ٣٧ ) يبين التراكيب في الرئتين



شكل رقم ( ٣٨ ) يبين الشعبيات الهوائية والحويصلات الهوائية

## الحويصله الدمويه

تحوي الرئه حوالي ٣٠٠ مليون حويصله تغطي مساحه تقدر ( ٧٠ ) متر مربع للقيام بعملية تبادل الغازات .  
يتم تبادل غازي الاوكسجين وثناني اوكسيد الكربون عبر اغشيه حويصلات الرئه واغشيه الشعيرات الدمويه ويسمى مكان التبادل هذا ( الغشاء التنفسي ) والذي يتكون من :  
- غشاء الحويصله الرئويه (نسيج حرشفي بسيط متكون من طبقه خلويه واحده).  
- غشاء الشعيرات الدمويه المتكون من نسيج حرشفي بسيط متكون من طبقه خلويه واحده .  
- غشاء قاعدي خارج الغشائين اعلاه سمكه لايتجاوز ( ٠,٠٠٠٠٥ ) ملم جداره مكون من خلايا اكوله وخلايا ليفيه وعضليه وحويصليه كبيره تمنع انهيار حويصلات الرئه وانهيارها ومن الياف مرنه .

## انواع التنفس

يكون التنفس على نوعين هما ::

### - التنفس الخارجي

أي دخول و خروج الهواء داخل و خارج الرئه, حيث يحصل الجسم على الاوكسجين من الجو بواسطة الجهاز التنفسي .  
ويكون على مرحلتين :  
- دخول الهواء الخارجي بواسطة الممرات التنفسيه العليا والسفلى حتى يصل الحويصلات الرئويه .  
- مرحلة تنافذ الغازات ( الاوكسجين وثناني اوكسيد الكربون ) في هواء الحويصلات عبر اغشيتها الرقيقه وبين الشعيرات الدمويه .

### - التنفس الداخلي

أي التبادل العكسي للغازات بين الهواء في الرئتين من جهة و الدم و الخلايا من الاخرى , لتحصل الخلايا على احتياجها من الاوكسجين عن طريق الدم . حيث يستخدم الأوكسجين في الأيض الهدمي للمواد لأنتاج الطاقة في الخلايا .  
ويكون على مرحلتين :



- مرحلة تفاعل الغازات ( الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون) بين الدم وخلايا الانسجة المختلفه .

- مرحلة الاكسده والاحتراق داخل الانسجة الجسميه المختلفه التي تتم بمساعدة الانزيمات وتنتهي بتكوين الطاقه والمخلفات .

يتم التخلص من ثاني اوكسيد الكربون من الخلايا بنفس الطريقه حيث ينتقل من الخلايا الى الدم ويحمله الجهاز التنفسي الى الرئتين ليتخلص منه في هواء الزفير , ويعمل الدم كوسيط بين نوعي التنفس اذ يعد العنصر الاساسي في نقل الغازات المختلفه بين مواضع التنفس الخارجي والداخلي في كلا الاتجاهين .

### ميكانيكية التنفس والعضلات المشتركة في عملية التنفس

تقع الرئتان في تجويف الصدر يحيط بها من الاعلى ومن الجانبين القفص الصدري بعضلاته واضلاعه ومن الاسفل الحجاب الحاجز ويتحرك الصدر للامام اثناء الشهيق والى الاسفل اثناء الزفير .

### لعضلات المشتركة في عملية التنفس

#### عضلات القفص الصدري وتشمل:

اولا - العضلات بين الضلعية :

تشمل (العضلات ما بين الاضلاع الداخليه والخارجيه ) وهي عضلات ذات الياف قصيرة مرتبة بشكل مائل وعند انقباضها تتحرك الأجزاء الأمامية من الاضلاع وعظم القص الى الأعلى , ونتيجة ذلك تحدث زيادة في قطر التجويف الصدري , كما تحدث زيادة مماثلة في حجمه , وعند النساء تحدث زيادة أكبر لذا نلاحظ النساء يستنشقن هواء أكثر

ثانيا - العضله الصدريه العريضه ,

ثالثا - العضلات رافعة الاضلاع ,

رابعا - العضلات المسننه العليا والسفلى

### خامسا- عضلة الحجاب الحاجز diaphragm

عضلة على شكل صفيحة ترتبط بالجزء الأسفل من الصدر وتفصله عن تجويف البطن تشبه القبه , وعند انقباضها تنبسط هذه القبه وتزيد من اتساع تجويف الصدر وبنفس الوقت تدفع محتويات البطن الى الأسفل وهذا مما يجعل البطن تبرز قليلاً عند الشهيق , (٣٩).

## حركات التنفس

### أولاً - حركة الصدر التنفسيه

تتم بحدوث نوعين من الحركات الاساسيه :

- تقلص وانسباط الحجاب الحاجز

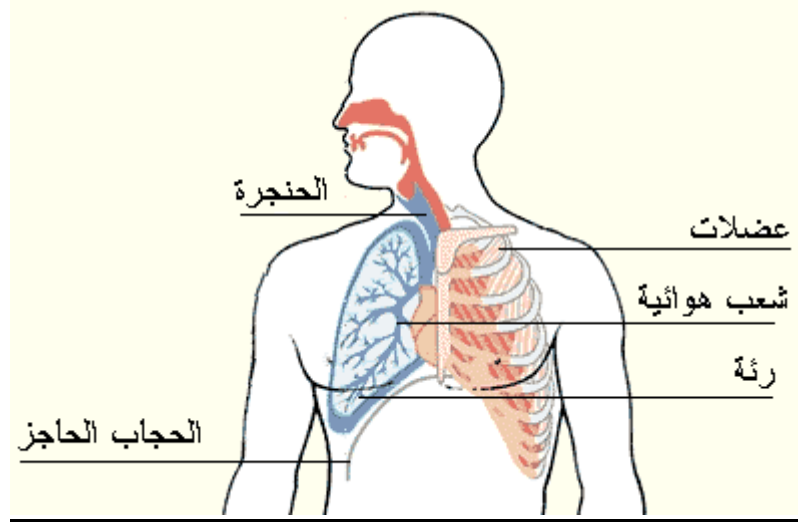
- الحركات الضلعيه بسبب تقلص وانسباط العضلات ما بين الضلعيه ( الخارجيه والوسطى والداخليه ) تكون هذه اكثر وضوحا عند النساء خاصة عند الحمل.

### ثانياً- حركة البطن التنفسيه

وتتم بنوعين من الحركات :

- الحركه الحجابيه التي سبق شرحها .

- حركة جدار البطن , وتتم بحركة البطن نحو الامام والجانبين او العكس , بسبب ضغط الاحشاء الداخليه المندفعه نحوه عند تقلص عضلة الحجاب الحاجز , او بسبب تقلص عضلات جدار البطن . وتكون اكثر وضوحا عند الذكور .



شكل رقم ( ٣٩ ) يبين اجزاء الجهاز التنفس وعضلات التنفس

## عمليات التنفس

تنقسم عملية التنفس الى عملية شهيق وعملية زفير:

### اولا- عملية الشهيق inspiration

يوجد حول الجزء السفلي داخل الصدر عضلة مزدوجة ( الحجاب الحاجز ) التي تكون على شكل قبة حيث تتسطح وتتخفض نحو الاسفل عند تقلصها عند أستنشاق الهواء ( الشهيق ) تاركه فراغا فوقها داخل الصدر ويزيد أتساع الفضاء في الصدر اي يزيد القطر الطولي للصدر وبنفس الوقت تتحرك الاضلاع للامام مع انحراف بسيط للاعلى بحركه قوسيه نسبيا بسبب تقلص العضلات ما بين الضلعيه وانبساط البعض منها الاخر , مما يسبب زياده في طول القطر العرضي والامامي الخلفي للصدر .

ان زيادة الاقطار الصدريه الثلاث يعني ازدياد حجم الجوف الصدري حيث يؤدي هذا الازدياد في الحجم الى انخفاض الضغط داخل الصدر فيندفع الهواء الجوي ذو الضغط العالي الى الرئتين خلال المجاري التنفسيه ويحدث الشهيق .

يمر الهواء لمليء الفراغ عبر ممرات التنفس الى الرئتين حيث تفتح الحويصلات على شكل بالونات حتى تشغل جميع المساحة الأضافية , ويحدث الشهيق بزيادة التجويف الصدري عندما تقلص عضلات الحجاب الحاجز والعضلات الصدريه لذلك يزداد طول القفص الصدري وقطريه ( العرضي و الامامي- الخلفي ) وعليه فأن عملية الشهيق عمليه ايجابيه تحدث فيها مكاتيكيه عضليه اي تقلص عضلي .

ويمكن تلخيص عملية الشهيق بما يلي :

انقباض عضلة الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلعيه --- ازدياد حجم تجويف الصدرواتساع الرئتين----- دخول الهواء الى الرئتين ( شهيق).

## عملية الزفير expiration

عند الزفير ( طرد الهواء للخارج ) بسبب انبساط عضلة الحجاب الحاجز حيث يرتفع وكذلك ينعكس انبساط وتقلص العضلات ما بين الضلعية فيسبب قصرا في طول الاقطار الصدريه الثلاثه و يصغر تجويف الصدر مسببا زيادة في الضغط الصدري الداخلي فيدفع الهواء الى الخارج محدثا عملية الزفير بأنكماش الحويصلات وخروج الهواء خلال ممرات التنفس , وتحدث هذه العملية عند رجوع القفص الصدري الى حجمه الطبيعي بعد الشهيق اي انها عملية سلبية لا يحدث فيها تقلص عضلي ولكنها تصبح ايجابية في حالة التنفس الغير طبيعي ( عند الجهد ) عندها تتقلص العضلات بين الضلعية فتتخفض الاضلاع كما تتخفض عضلات البطن فتدفع الحجاب الحاجز الى الاعلى..

. ويمكن تلخيص عملية الزفير بما يأتي:

**استرخاء عضلة الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلعية --- نقص حجم تجويف الصدر وانكماش الرئتين --- ازدياد الضغط داخل الرئتين ---- اخراج الهواء من الرئتين ( زفير ) .**  
تتكرر هذه العملية (الشهيق والزفير) حوالي ١٦ مرة في الدقيقة الواحدة في حالة الراحة.

## الضغط داخل الرئتين

اثناء عملية الشهيق والزفير ونتيجة الانبساط وتقلص التجويف الصدري تبعا لذلك يلاحظ ارتفاع وانخفاض في ضغط الرئتين وهذا التغيير مرتبط بما يأتي:

- سرعة عضلات التنفس

- درجة تقلص العضلات التنفسيه

- درجة المقاومة للهواء في الدخول والخروج من الرئتين

في التنفس الاعتيادي واثناء الشهيق يبلغ الضغط داخل الرئه ( ٢ - ٣ ) ملم زئبق اما في حالة الشهيق العميق يزداد الضغط داخل الرئتين من ( ٥ - ١٠ ) ملم زئبق ويرتفع الى ( ٣٠ - ٧٠ ) ملم زئبق في الشهيق العميق عند غلق الممرات التنفسيه.

يزداد الضغط داخل الرئتين اثناء الزفير الى (٢ - ٣) ملم زئبق وعند غلق الممرات التنفسية اي عند الزفير الايجابي يزداد الضغط داخل الرئتين الى حوالي (٤٠ - ١٠٠) ملم زئبق .

### الضغط داخل الغشاء البلوري

يقل الضغط داخل الغشاء البلوري بحوالي (٥) ملم زئبق عن الضغط المحيط اثناء عملية التنفس حيث يحدث فراغ في الكيس البلوري الذي بدوره يمنع الزيادة في تقلص الرئتين , ويختلف الضغط (ضغط الغشاء البلوري) حسب عملية الشهيق والزفير وكيفية ادائهما

### مكونات هواء التنفس

يتكون الهواء الجوي الذي نتنفسه من مزيج من عدة غازات :

- النروجين N ٧٨,٠٦ % أقل من ٥/٤ تقريباً .

- الأوكسجين O<sub>2</sub> ٢٠,٩٠ % أقل من ٥/١ .

- غازات نادرة ١,٠٠ % .

- ثاني أوكسيد CO<sub>2</sub> ٠,٠٣ % .

- بخار الماء حسب حالة الجو

علماً إن النسب المئوية لهذه الغازات تختلف باختلاف المناطق المأخوذ منها انموذج الهواء ( سواء كان منطقة ساحلية أو صحراوية ) وفي أماكن مفتوحة ذات هواء طلق أو من هواء المدن المزدحمة , فمثلاً تكون المناطق الساحلية مشبعة ببخار الماء بنسبة أكبر من سطح اليابسة كذلك تكون نسبة CO<sub>2</sub> أقل من الهواء الطلق عنه في المناطق المزدحمة .

في كل يوم يتنفس الإنسان البالغ في الشهيق و الزفير حوالي ( ٢٥ ) ألف مرة وهو بذلك يسحب حوالي ( ١٨٠ ) م<sup>٣</sup> من الهواء داخل الرئتين و ( ٦,٥ ) م<sup>٣</sup> من الأوكسجين يتسرب إلى الشعيرات الدموية للرئتين نفسها , وفي الرئة يتحد الأوكسجين مع صيغة الهيموغلوبين مكوناً ( أوكسي هيموغلوبين ) حيث يتم حمله بهذه الصورة المتحدة الى الأنسجة الجسميه كافة , وفي الأنسجة يطلق الأوكسجين من هذا المركب وينفذ مباشرة الى الخلايا حيث تستعمله الخلايا في تفاعلات

الأكسدة المعقدة ( Oxidation ) التي تحصل بوساطتها الخلايا على الطاقة ( Energy ) من المواد الغذائية و في هذه التفاعلات يتكون ثاني أكسيد الكربون ( CO<sub>2</sub> ) والماء , حيث ينفذ CO<sub>2</sub> في الدم مرة أخرى ويتم حمله مرة أخرى الى الرئتين حيث يتخلص منه في هواء الزفير و يخرج الماء مع الأدرار و العرق .  
على الرغم من أن أستهلاك الأوكسجين وعدم تعويضه بقدر كافي , فإن الكمية الكبيرة الموجودة في الهواء من هذا الغاز وكذلك امكانية الرئتين في استخلاصه من الهواء الموجود فيها والحاوي على هذا الغاز , و كذلك قدرة الرئتين الكبيرة على تخزينه تسمح بحصول الجسم على الكمية الكافية منه . وتتزايد نسبة CO<sub>2</sub> ولكن لا بشكل خطورة ما إلا إذا وصل نسبة تركيز تبلغ ٢١,٢ % .

#### نسب الغازات في هواء الشهيق

حجم الأوكسجين ٢٠,٩٥%

حجم النايتروجين ٧٩%

حجم ثاني اوكسيد الكربون ٠,٠٥

في كل ٥٠٠ مللتر في هواء التنفس يتم أمتصاص ( ٢٥ ) مللتر من الأوكسجين.

#### التهويه في الجهاز التنفسي

يوجد في الرئة جزء معين يحدث فيه تبادل الغازات , لذلك فإن الجزء الذي لا يحدث فيه تبادل الغازات يسمى بالممرات الهوائية , وهذه توصل الهواء الى الجزء الذي تحدث فيه التهويه في الرئتين وكذلك حمل الهواء من الرئتين الى الجو اضافة الى وظائفها الوقائية التي سبق ذكرها .

ان عملية التهويه تحدث في الحويصلات الهوائية وفي الممرات التنفسيه والهواء الذي يشغل الممرات الهوائية يبلغ حوالي ( ١٥٠ ) سم مكعب ويحتوي هذا الهواء نفس تركيب الهواء الجوي , ولهذا في التنفس الاعتيادي نجد ان ٥٠٠سم<sup>٣</sup> التي تؤخذ في الشهيق ١٥٠سم<sup>٣</sup> منها لا يشترك في التبادل الغازي , لذلك فإن تركيب هواء الزفير لا يمثل قي الواقع نسبة الهواء الموجود قي الجزء التنفسي للرئتين ولكن خليط هواء الممرات وهواء اماكن التهويه

ويتكون هواء الزفير من:

الاوكسجين ١٦,٥%

النايتروجين ٧٩,٥%

ثاني اوكسيد الكربون ٤%

وفي حالات التنفس السريع الجزء الاكبر من الهواء لا يستفاد منه , اي اكثر من ١٥٠ سم<sup>٣</sup> , وذلك نسبة الى حجم الهواء الكلي بالدقيقة , لذلك مهم جدا في حالات التدريب على التنفس السريع ان يكون عميقا ليكون عاملا ذو فعالية في التهويه والا سيؤدي الى عملية عكسيه .

مكونات هواء الحويصلات الرئوية

الاوكسجين ١٣,٨%

النايتروجين ٨٠,٧%

ثاني اوكسيد الكربون ٥,٥%

والجدول (٢) يبين كميات الغازات التي يحويها ١٠٠ سم<sup>٣</sup> من الدم.

الدم	الاوكسجين	ثاني اوكسيد الكربون	النايتروجين
الشرياني	١٩%	٥٠%	٥٠%
الوريدي	١٠,٦%	٥٨%	٥٨%

جدول رقم ( ٢ ) يبين نسب الغازات في الاوعية الدموية المختلفة

## تبادل الغازات

يدخل الهواء الى الرئتين مرشحا مكيفا مع المحيط الداخلي للرئتين ليصل الى ٣٠٠ مليون حويصلة رئوية محاطه بشبكة من الاوعية الشعريه الدمويه التي تحوي الدم القادم من القلب خلال الشريان الرئوي , حيث يكون تركيز الاوكسجين في الحويصلات الرئويه اكثر من تركيزه في الشعيرات الدمويه , لذلك يدخل الاوكسجين خلال غشاء الحويصلة الرطب ويزوب فيه ليعبر من خلاله الى مجرى الدم ليرتبط مع الهيموكلوبين في خلايا الدم الحمراء ثم يسير الاوكسجين في مجرى الدم ليصل بعد ذلك القلب , حيث يتم توزيعه الى جميع خلايا الجسم , اما ثاني اوكسيد الكربون فعلى العكس يكون تركيزه في الحويصلات الرئويه اقل من تركيزه في الشعيرات الدمويه لذلك يعبر من خلال غشاء الشعيرات الدمويه الى الحويصلات وبالتالي يخرج من الرئتين عن طريق الزفير .

## تبادل الغازات بين هواء الرئتين و الهواء الجوى

ان وظيفة التهوية الرئوية هي تخليص الجسم من ثاني اكسيد الكربون والحصول على الاوكسجين , ولكي تتم هذه العملية يتوزع الهواء على الحويصلات الهوائية , وبما أن حجم الهواء للتنفس الاعتيادى يساوى ٥٠٠ سم ٣ والذى هو (خليط من الهواء الجوى بنسبة ٣٥٠ سم متر مكعب و بين هواء الممرات التنفسية الذى يشغل حوالى ١٥٠ سم ٣ ) عند الاشخاص الاعتيادين يتم خلط هواء التنفس بالهواء الاحتياطي وعملية خلط الغازات هذه تتوقف الى حد كبير على حجم هواء التنفس والاحتياطي , فى التنفس الضحل لا يحتاج الى تجديد الهواء الاحتياطي حيث يشترك عند الراحة عدد قليل من الحويصلات الهوائية فى عملية التهوية وتكون الشعيرات الدمويه التى تحيط بالحويصلات الهوائية منفتحة و يمر بها الدم الغير نقى فيتم تبادل الغازات وينقى الدم , أما الحويصلات الرئوية الاخرى و ما يحيطها من شغيرات دموية لا تمثل احتياطي التنفس وتشترك فقط عندما تزداد الحاجة الى الاوكسجين



الجوى جراء النشاط البدنى, وتتوقف كمية الهواء الداخلى الى الرئتين على سرعة التنفس و عمقه وعوامل عدة أهمها **النشاط البدنى**, و الذى يحدد حاجة الجسم الى الاوكسجين وثانى اكسيد الكربون المتولده .

ياخذ الانسان الاعتيادى ما بين ٥٠٠ سم ٣ فى وقت الراحة و ٤٠٠٠ سم ٣ عند الجهد البدنى العنيف وعند زياده التبادل الغازى يستطيع الجهاز التنفسى ان يصل الى ما يساوى اكثر من عشره اضعافه وقت الراحة, وهناك توافق بين التهويه الرئويه خلال الدقيقه وبين ما يحصل عليه الجسم من الاوكسجين وما يتخلص منه من ثانى اكسيد الكربون .

عملية التبادل الغازى بين الهواء الجوى والرئتين تتم نتيجة الاختلاف فى ضغط الغازات فان نسبة الاوكسجين فى الهواء الجوى اكثر من ضغطه فى هواء الحويصلات اذ يبلغ ١٥٨ ملليمتر زئبق فى الهواء (هواء الشهيق) بينما يبلغ ١٠٠ فى هواء الحويصلات كما ان نسبة ثانى اكسيد الكربون فى هواء الحويصلات اكبر من نسبته فى الهواء الجوى , لذلك فان ضغط هواء الحويصلات اكبر من ضغطه فى الهواء الجوى اذ يبلغ ضغطه فى هواء الشهيق ٣ ملم زئبق بينما فى هواء الحويصلات ٤٠ ملم زئبق , وحيث ان ضغط الاوكسجين فى هواء الشهيق اكثر من ضغطه فى هواء الحويصلات فانه ينتقل من منطقه الضغط العالى الى منطقه الضغط الاقل , اى ينتقل الاوكسجين من الهواء الجوى الى هواء الحويصلات , وبنفس الطريقه ينتقل ثانى اكسيد الكربون من هواء الحويصلات الى هواء الشهيق حيث ان ضغطه فى الحويصلات اكبر من ضغطه فى هواء الشهيق لذلك يتم تبادل الغازات بين هواء الحويصلات والهواء الجوى اثناء عملية الشهيق.

اثناء الزفير يخرج ٥٠٠ سم ٣ من الهواء المحمل بثانى اكسيد الكربون من الحويصلات فتطرد امامها هواء الممرات التنفسيه ١٥٠ سم ٣ ويحل جزئ مماثل من الهواء محله والباقى ٣٥٠ سم ٣ الذى يخرج الى المحيط الخارجى.

### تبادل الغازات بين هواء الحويصلات فى الرئتين والدم

يعود الى الرئه كل دقيقه اثناء الراحة كميته من الدم تتراوح بين ٣ و ٤ لتر عن طريق الشريان الرئوى و اثناء مرور الدم فى الشعيرات الدمويه

حول الحويصلات الهوائية حيث يفصله عن هواء الحويصلات جدارين رقيقين هما جدار الشعيرات الدموية وجدار الحويصلة الهوائية حيث تسير الكريات الدموية الحمراء فى الشعيرات الدموية فى اتجاه واحد . ان جدران الأكياس الهوائية ( Sacs ) الصغيرة أو الحويصلات Lveoli فى الرئتين يحيطها غشاء الذي يتم خلاله تبادل الأوكسجين و ثاني أوكسيد الكربون , حيث توجد الشعيرات الدموية الرئوية المملوءة بالدم المحمل بثاني أوكسيد الكربون من جهة ومن الجهة الأخرى يوجد الهواء المحمل بالأوكسجين فى الحويصلات الذي يزود به خلال التنفس , وبذلك تنتقل الغازات لإحداث التوازن فى التركيز بينها , فينتقل الأوكسجين من الأكياس الحويصلية الى الدم فى (الشعيرات الدموية ) ويمر ثاني أوكسيد الكربون من الدم الى الأكياس الحويصلية حتى تتعادل التراكيز , و لما كانت حركات التنفس تعوض الأوكسجين بشكل مستمر , ولذلك يقوم القلب بضخ مزيداً من الدم المحمل بثاني أوكسيد الكربون خلال الشعيرات الرئوية , لذلك فأن عملية تبادل الغازات مستمراً وبهذه الطريقة يتأكسج الدم ويتم التخلص من Co2 الذي لا حاجة الجسم اليه .

يتم فى الحويصلات مزج الأوكسجين مع الغازات الأخرى الموجودة فى هواء الحويصلات وعند مرور الأوكسجين عبر جدار الحويصلات يلامس الهيوغلوبين الموجود فى خلايا الدم الحمراء ويكون مركب غير وثيق يسمى ( أوكسي هيموغلوبين ) وبذلك يتم حمل الأوكسجين فى الدم الى أجزاء الجسم كافة .وعندما تصل الكريات الحمراء المحملة بالأوكسجين الى الأعضاء التي يكون فيها تركيز الأوكسجين منخفضاً يتم تحرير الأوكسجين من الدم ويدخل الأنسجة , وهذا يحدث عملية أكسدة معقدة هي التي تمد الجسم بالطاقة .

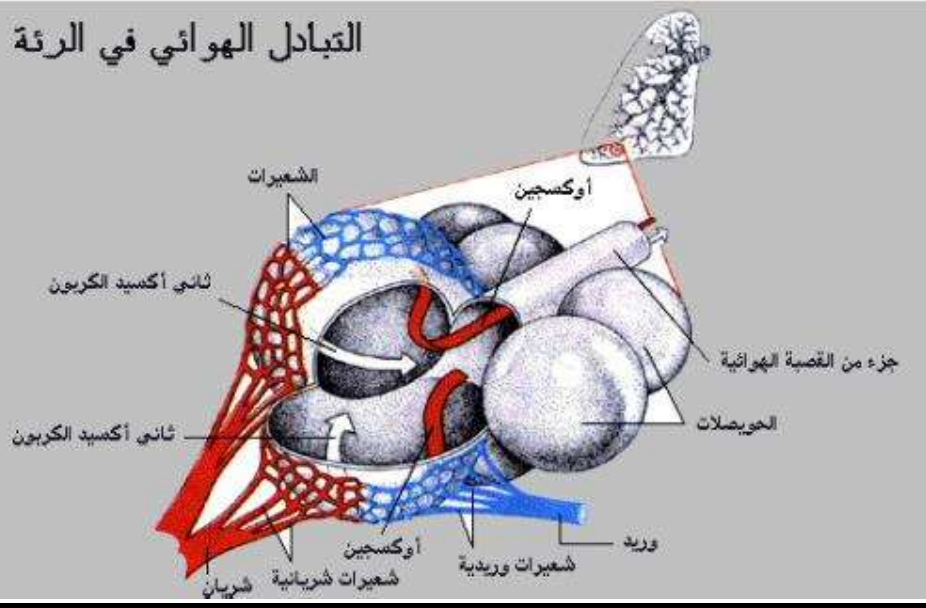
تستخلص كريات الدم الحمراء الأوكسجين من الحويصلات الرئوية وفى نفس الوقت تتخلص الخلايا وبلازما الدم من ثاني أوكسيد الكربون الذي يتسرب عبر جدار الحويصلات الرئوية الى هواء الزفير . كلما أستخدم O2 فى الأنسجة الجسمية كلما نتج ما يساويه تقريباً من Co2 الذي يتسرب خلال الخلايا ويجد طريقة الى الدم الذي يحمله الى الرئتين ولكن طريقة نقل Co2 تختلف عن طريقة نقل الأوكسجين ,

ف نجد أن ٥/١ من الغازات فقط تقريباً يتحد مع الهيموغلوبين ليكونا مركب يسمى في هذه الحالة **كاربومينو هيموغلوبين** , ويذوب معظم  $CO_2$  المتبقي ليكون ملح بيكاربونات الصوديوم ويتم نقله على هذه الصورة الى الرئتين .

الدم الوارد للرئتين يحتوي على الاوكسجين عند ضغط يساوى ٤٠ ملليمتر زئبق اى ان هناك فرقا بين الاوكسجين فى هواء الحويصلات الهوائيه والدم يبلغ ٦٠ ملليمتر زئبق مما يسهل انتقال الاوكسجين من هواء الحويصلات الى الدم , اما بالنسبه الى ثانى اكسيد الكربون فان ضغطه الوريدى ٤٤ ملليمتر زئبق بينما ضغطه فى الحويصلات الرئويه ٤٠ ملليمتر زئبق وهذا الفرق كافى لكى يتخلص الدم مما يحتويه من ثانى اكسيد الكربون في هواء الحويصلات , لان لثانى اكسيد الكربون قدره على النفاذ من الاغشيه توازى ٢٥ ضعفا قدره الاوكسجين . شكل (٤٠).

### تبادل الغازات بين الدم والانسجه

يتم تبادل الغازات بين الدم والانسجه بنفس طريقه تبادل الغازات بين الحويصلات الرئويه والدم , حيث ان ضغط ثانى اكسيد الكربون فى الانسجه اكبر من ضغطه فى الدم , لذلك ينتقل ثانى اكسيد الكربون الى الدم , وفى نفس الوقت وللاسباب نفسها ينتقل الاوكسجين ذو الضغط العالى فى الدم للانسجه ذات الضغط الاوكسجينى الواطىء , وتتوقف كميته الاوكسجين التى تنتقل الى الانسجه على نوع النسيج ودرجه نشاطه اثناء مرور الدم.



شكل رقم ( ٤٠ ) يبين التبادل الهوائي في الرئة

### الآلية التحكم وتنظيم عملية التنفس

يمكن التحكم في عمق و سرعة التنفس عن طريق مركز التنفس Respiratory Center ويتم عمله تحت سيطرته جزء من الدماغ وهذا المركز ينظم سرعة التنفس و عمقه بصورة لإرادية وآلية تماماً حيث يتم تزويد الجسم بالأوكسجين و تخليصه من CO2 الفائض عن حاجته .

تحدث حركات التنفس أثناء التنفس العميق أو التنفس الهادئ بفعل عضلات جدار الصدر عضلات بين الضلعيه Intercostals Muscle ويفعل عضلة الحجاب الحاجز Diaphragm حيث تنقبض هذه العضلات وتزيد من زيادة سعة الصدر وتنسب في مرور الهواء الى الرئتين, وعندما تكتمل عملية الشهيق ترتخي هذه العضلات ( Relax ) ويقل حجم الصدر وتتم عملية الزفير و تستمر عملية انقباض وأرتخاء هذه العضلات وبذلك يستمر الشهيق ( Inspiration ) و الزفير ( Expiration ) طول الوقت. ويسيطر الجهاز العصبي

المركزي على عملية التنفس بواسطة مراكز خاصه متموضعه في  
النخاع المستطيل تدعى بالمراكز التنفسية:

## المراكز التنفسية Respiratory Centre

- مركز الشهيق **Inspiratory centre**

- الزفير **Expiratory centre**

- مركز التوازن التنفسي، ووظيفته توازن عمل مركزي التنفس

ان كلا المركزين يرسل اوامره بواسطة عدد كبير من الالياف العصبية التي تتحدر نحو الاسفل الى النخاع الشوكي حيث تصل الى نواة العصب الحجابي ونوى الاعصاب ما بين الضلعيه, ثم تنتقل بواسطة هذه الاعصاب الى عضلات التنفس فتسبب الحركات التنفسية. يتصل المركزان مع بعضهما بعدد من الالياف العصبية التي تعمل على ايجاد الفعل المتعاكس بينهما, وبسبب هذا التجهيز المتعاكس فاذا حفزت عملية الشهيق فان المركز الزفيري سوف يتوقف عن العمل طيلة مدة الشهيق وبالعكس فان مركز الشهيق يتوقف طيلة مدة الزفير .

ان تحفيز المركز الزفيري يسبب استمرار التقلص في عضلات التنفس الزفيريه كالعضلات ما بين الضلعيه وكنتيجه لذلك يحدث الزفير, ان التجهيز المتعاكس بين المركزين يوقف المركز الشهيق فيسبب ارتخاء عضلة الحجاب الحاجز والعضلات ما بين الضلعيه الخارجيه ( عضلات التنفس الشهيقية) لذلك يتحقق الزفير بصورة تامه .

تهويه الرئه تتطلب توقيت منظم لتعويض الاوكسجين الذي اخذه الدم والتخلص من ثاني اوكسيد الكربون , و تتم عمليه التهويه بواسطه الشهيق والزفير, ويتم الشهيق نتيجه لانقباض العضلات ما بين الاضلاع وعضله الحجاب الحاجز ويتم الزفير نتيجه ارتخاء عضلات الشهيق او لانقباض عضلات الزفير, وتقع هذه العضلات تحت تاثير المراكز العصبية التنفسيةالمشار اليها وهي تتحكم في انقباض عضلات التنفس عندما ترسل هذه المراكز اشارات عصبية عن طريق الاعصاب الحركيه لعضلات التنفس يحدث الشهيق حيث يتولى **مركز الشهيق Inspiratory centre** ارسال الاشارات العصبية للعضلات الخاصة بعملية الشهيق لتتقبض ويترتب على انقباضها فى سعة الصدر , وحين

تتوقف الاشارات العصبية ترتخى هذه العضلات ويحدث الزفير حيث يقوم مركز الزفير **Expiratory centre** بارسال الاشارات العصبية الى العضلات الخاصة بالزفير ليعود القفص الصدرى لحجمه الطبيعى ويعملان هذان المركزان بطريقة متضادة ومهمتها استمرار عملية الشهيق والزفير .

اما الجزء الثالث من المراكز العصبية مهمة خاصة بعملية التوازن فى العمل بين مركزى الشهيق والزفير ويسمى بمركز التوازن التنفسى يقع مركزى الشهيق والزفير فى النخاع المستطيل ومركز التوازن اعلى منهما وتحدث عملية الشهيق والزفير تحت رقابة مركز التوازن .

### المراكز التنفسية والنشاط البدنى

اثناء التنفس الطبيعى يكفى نشاط مركز الشهيق للقيام بعملية الشهيق ويتم الزفير عند توقف مركز الشهيق عن ارسال الاشارات العصبية لعضلات الشهيق وعودة القفص الصدرى لحجمه السابق ويخرج هواء الزفير , اما عند القيام بمجهود رياضى فان مركز الزفير يشترك أكثر اكا ايجابيا فى عملية التنفس , فيبعث اشارات عصبية الى مركز الزفير للانقباض ويتم الزفير .

تقوم المراكز العصبية بوظائفها نتيجة نشاطها الذاتى وتتجاوب وتتأثر بكثير من العوامل منها :

### العوامل التى تؤثر على المراكز التنفسية

- ارتفاع درجة الحرارة
- تغيير نسبة الاوكسجين فى الدم
- زيادة نسبه ثانى اكسيد الكربون فى الدم, وهي اكثر العوامل تاثيرا على المراكز التنفسية لانها تسبب مضاعفه التنفس , لهذا فان التغيرات الكيمياءيه فى الدم ما بين زياده ونقصان او نقص فى الحموضه او تغير فى نسبه ثانى اكسيد الكربون والاكسجين لها تاثير فعال على التنفس .
- عملية تنظيم التنفس كذلك تشمل تكييف عمل الجهاز التنفسى بدرجة تتناسب مع شدة المجهود او النشاط البدنى حيث عند ارتفاع شدة الجهد

البدني تزيد من معدل التنفس الى اكثر من عشره مرات عن معدله الاعتيادي ,ومن الجدير بالذكر ان فتحات الحويصلات الهوائيه منظمه بشكل يجعلها تغلق اوتوماتيكيا فى مرحله معينه اثناء تفرغ هواء الزفير وبذلك تبقى كميته الهواء الساكن المشار اليها مهما كانت قوه وعمق الزفير وهذا التنظيم يحافظ على شكل الرئتين وضمان استمرارها فى العمل .

فى الاحوال الاعتياديه تعمل الرئتين بما يعادل ١٠ / ١ اطاقتها فقط . وان الجهد العنيف يجعل الجهاز التنفسى يعمل باقصى طاقتة , وان التنفس الطبيعى هو العامل الصحيح لتقويه وتنظيم عمل الجهاز التنفسى اما التمرينات الصناعيه فاثرها ضئيل وينحصر فى تقويه عضلات التنفس وليس تحسين وظيفه الجهاز التنفسى .

### العوامل العصبية التي تؤثر على المراكز التنفسية

اولا - الحوافز الصادرة من القسم الاعلى من حدة الدماغ (Pons) مركز خاص يدعى (Pneumotaxic Centre) الذي يستلم الحوافز بدوره من مراكز القشره الدماغيه .

ثانيا - الحوافز التي تصل بواسطة العصب التائه (العصب القحفي العاشر) والذي يستلمها من المراكز الاتيه:

- مراكز استلام الشد الرئوي **Stretch- Receptors** الموجوده فى الرئه بين انسجة القصبات والقصبيات الهوائيه وتشعباتها .
- مراكز استلام حوافز الضغط المتغير (**Baroreceptors**) الموجوده فى الجيب السباتي والشريان الابهر .
- مراكز استلام حوافز التغيرات الكيميائيه (**Chemo- Receptors**) الموجوده فى الجسم السباتي والشريان الابهر .

## وسائل ضبط التنفس

هناك وسيلتان لضبط التنفس في الجسم هما ( العصبية والكيميائية )

### الضبط العصبى

يتم بواسطة المركز العصبى التنفسي الذي يوجد في الجزء الاسفل من النخاع المستطيل الذي يتكون من منطقتين احدهما معنيه بالشهيق والاخرى بالزفير , وهذه المراكز تستلم الحوافز من المراكز القشريه العليا للمخ , كما تستلم حوافز من العصب التائه حيث تبعث الاعصاب المعنيه بالشهيق منبهات محفزه الى عضلات الحجاب الحاجز والضلعيه وفي نفس الوقت ترسل منبهات التثبيط لتخفيف او ايقاف الزفير وبعد ذلك خلال ثواني ينشط مركز الزفير ويبعث اشارات الى العضلات البطنيه كما تخرج منبهات مثبطه الى مركز الشهيق وهكذا يوجد تثبيط متبادل بين هذين المراكزين وبصوره عامه يتم تنظيم التنفس بواسطة الافعال الانعكاسيه الاتيه :

### اولا- منعكس الشد الرئوي Hering- Breuer Reflex

يدخل الهواء الى الرئتين اثناء عملية الشهيق يسبب اتساع وتمدد الرئه وزيادة مطها تبعا لانخفاض الضغط داخل جوف الجنب , حيث يصل هذا المط اقصاه في نهاية الشهيق وزيادة المط هذه تحفز مراكز الاستلام الموجوده في جدران التراكيب الرئويه لذلك تبدأ بارسال الحوافز بواسطة العصب التائه , الذي يجهز الرئه الى المراكز التنفسيه في النخاع المستطيل , مما يسبب تحفيز المركز الزفيري وايقاف المركز الشهيقى , وبهذا تنتهي عملية الشهيق وتبدأ عملية الزفير , وبا انتهاء عملية الشهيق ينتهي تمدد الرئه المتزايد وتقطع حوافز المط الرئوي الصادره من مراكز الاستلام وهذا يعني ان الحوافز التي تحفز المركز الزفيري انتهت وانقطعت , ولذلك يتوقف الزفير ويبدأ الشهيق ثانية وعند بدئه تنحفر مراكز المط الرئوي مره اخرى , وهكذا تستمر العمليه بالتعاقب , ان تعاقب هذه العمليات الشهيقيه والزفيريه بواسطة الحوافز الصادره من مراكز المط الرئوي بصورة متناوبه تمثل فعلا انعكاسيا منتظما ومستمر ا .



## ثانيا - منعكس الجسم السباتي

الجيب السباتي هو التوسع الموجود في الشريان السباتي عند منطقة انقسامه مباشرة

يوجد في القسم الاعلى من منطقة انقسام الشريان السباتي العام وهو يساهم في التنظيم لاحتواء نسيجه على مراكز استلام حساسه جدا للتغيرات الكيمائيه التي تحصل في تركيب الدم ( خاصه تركيز الاوكسجين و ثاني اوكسيد الكربون ) التي تسمى بالمستلمات الكيمائيه , وتوجد في جدار القوس الابهرى التي تؤدي نفس الغرض . في حالة نقص الاوكسجين في الدم تتحفز هذه المستلمات في الجسم السباتي وفي الابهر وتحدث فعلا انعكاسيا يسبب تسريع التنفس ليعوض النقص , وكذلك في حالة زيادة او نقصان ثاني اوكسيد الكربون في الدم تتحفز هذه المستلمات فتحدث الفعل الانعكاسي اللازم لتغيير سرعة التنفس , حيث تزيد سرعة التنفس في حالة زيادته وتقل انعكاسات التسرع في حالة نقصانه , وهذه الحاله مشابهه لتأثيرات المراكز التنفسيه في النخاع المستطيل اي ان الحالتين يحدثان التسارع والتباطؤ التنفسي على التوالي كما يحتوي نسيج جدرانه تحوي على مراكز متخصصه وحساسه جدا لكل تغيير يحدث في الضغط الدموي وتسمى هذه المراكز ( مراكز الضغط ) ( Baroreceptors ) وتوجد ايضا مثل هذه المراكز في جدار القوس الابهرى وتسمى بمراكز الضغط الابهرية . عندما يرتفع الضغط لاي سبب تتحفز هذه المراكز وتنتقل بواسطتها الحوافز بواسطة الالياف العصبية المجهزه للجيب السباتي والقوس الابهرى الى المراكز التنفسيه فتسبب تهدئة التنفس وابطاءه , وعندما ينخفض الضغط يحدث العكس حيث تزداد سرعة التنفس , حيث ينخفض الضغط عند الضغط على الشريانيين السباتيين الى الصفر بصوره موقته لذا يتسارع التنفس ويزداد الضغط الدموي ثانية , ويحدث الضغط عليهما اضافة الى ذلك نقصا في كمية الدم لتجهيز الاجسام السبتيه فيحدث نقصا في الاوكسجين مما يحفز مراكز الاستلام الكيمائيه في الاجسام السبتيه وبهذا تنتقل الحوافز الى المراكز التنفسيه فتسبب تسارعا في التنفس .

## الضبط الكيميائي

يعتمد التنظيم الكيميائي بصورة رئيسيه على التغييرات التي تحصل في مستويات الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون في الدم وان زيادتهما او نقصانهما يسبب تغييرات في تركيب الدم ويحدث تنظيما خاصا في سرعة التنفس.

تتذبذب الاشارات العصبية للشهيق والزفير داخل المراكز التنفسية لكي تعطي ترددا يبلغ ( ١٢ - ١٦ ) مره في الدقيقه , وفي حالات القيام بجهد بدني او اداء تمرين رياضي او حالات الخوف المفاجيء فان سرعة التنفس وعمقه تتغير كثيرا وقد ترتفع سرعة التنفس الى ٧٥ مره في الدقيقه ويتراوح عندها حجم الهواء الذي يدخل ويخرج من الرئتين حوالي ٨ - ١٢ لترا في الدقيقه بدلا من ٦ لترات في الدقيقه في الاحوال الاعتيادية .

ان التمارين الرياضيه والتهيج العاطفي تزيد من سرعة الايض مما يزيد من مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم وان تغيير سرعة التنفس وعمقه يتم لتلبية الحاجه المتزايدة للاوكسجين ولمنع تجمع ثاني اوكسيد الكربون السام الذي ينتقل الى الدماغ ( في حال زيادته ) بواسطة الدم ويثير عصبونات مركز التنفس مما يؤدي الى زيادة المنبهات الى العضلات المعنيه بالتنفس فيصبح تمدد الرئتين اكثر وتزداد وتيرة التنفس , وعندما يعود مستوى ثاني اوكسيد الكربون الى حاله الطبيعيه يعود مركز التنفس الى نمطه الاعتيادي , اي ان مركز التنفس يراقب مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم لتنظيم عملية التنفس .

كذلك يوجد نظام لتسجيل التغييرات في مستوى الاوكسجين في الدم اذ توجد مستقبلات حساسه للاوكسجين عند تفرع الشرايين السباتيه في العنق عند انخفاض مستوى الاوكسجين في الدم فان هذه المستقبلات ترسل منبهات لتحفيز مركز الشهيق في النخاع المستطيل ويزداد التنفس .



## المبحث الثاني

### السرعة والاحجام التنفسيه وتأثير النشاط الرياضي على التنفس

#### سرعة التنفس Rate of Respiration

يطلق على عدد حركات الصدر التنفسيه خلال الدقيقه الواحده بسرعة التنفس .

يحدث التنفس بواسطة حركات تنفسيه تجدد هواء الرئتين باستمرار ,وتقل سرعة التنفس في حالة الراحة بحيث تصبح كافية لمجرد توفير كمية الأوكسجين الذي تأمن حاجة الجسم الأساسية , وتختلف سرعة التنفس عند الأشخاص حسب الأعمار والجنس فتزيد عند الأطفال وتتراوح بين ٣٠ - ٤٠ مرة / بالدقيقة وعند البالغين ١٦ - ٢٢ مرة / بالدقيقة وعند الأناث ١٨ مرة / بالدقيقة أثناء الراحة , وتحدث الحركه التنفسيه كل ٣-٤ ثواني وتتم الحركه على مرحلتين الشهيق والزفير ويدخل الهواء الى الرئتين في عملية الشهيق ويخرج منها في عملية الزفير .

#### العوامل المؤثره في سرعة التنفس

- تزداد في التنفس العميق الارادي ,حيث ان سرعة التنفس تخضع لسيطرة الفرد يستطيع اسراعها وتبطئتها ولكن لفتره محدوده .
- يزداد معدل التنفس أثناء الجهد الفيزياوي العضلي والتمارين الرياضييه اذ يزداد تبعاً لشدة الجهد ومدة استمراره حيث تزداد الحاجة للأوكسجين .
- الانفعالات النفسيه والعاطفيه تزيد من سرعة التنفس .
- الحالات المرضية مثل ( الربو , التهاب القصبات والرئتين ,)يزيد من سرعة التنفس .
- نوع الجنس حيث تكون سرعة التنفس عند المرأة أكثر .
- قابلية العضلات على التمدد , للعضلات الصدرية دور مهم في عملية التنفس حسب قابليتها على التمدد والأنقباض أثناء عمليتي الشهيق والزفير .

## احجام التنفس Respiratory Volume

يبلغ حجم الهواء الداخل للرئتين في الحركه التنفسيه الواحده (٥٠٠)سم<sup>٣</sup> , ان حجم الهواء الذي يستنشقه الفرد بعملية شهيق واحدہ او حجم الهواء الذي يخرجہ بعملية زفير واحدہ في حالة الراحة تسمى الحجم المتناوب Tida air , الذي يبلغ حوالي ٥٠٠ سم<sup>٣</sup> للشخص البالغ . ويسمى الهواء الذي نستشقه في الشهيق و الزفير بالهواء الدوري الذي يبلغ حجمه في الشخص العادي وفي حالة الراحة حوالي ٥٠٠ سم<sup>٣</sup> مع أنه حوالي ١٥٠ سم<sup>٣</sup> تشغل المسالك التنفسية فقط ولا تصل الى الرئتين .

### السعه الشهيقية

يستطيع الشخص العادي أخذ شهيق عميق واحدہ بأقصى مايمكن , حيث يستطيع سحب حوالي ٢٥٠٠ سم<sup>٣</sup> الى داخل رئتيه ويبلغ هذا الحجم اكبر من سبع مرات قدر حجم الشهيق الطبيعي وقت الراحة وتسمى هذه بالسعه الشهيقية وهذه اضافة الى الحجم المتناوب حيث عند الشهيق العميق تستوعب الرئة هواء ما تقارب ٢٠٠٠ سم<sup>٣</sup> والذي يسمى ( بالسعه الاحتياطية للشهيق ) Inspiratory Reserve Volume .

### السعه الاحتياطية للزفير Reserve Volu Expiratory m

هي أقصى حجما من الهواء يمكن دفعه بعملية زفير واحدہ قويه ويبلغ حوالي ١٣٠٠ سم<sup>٣</sup> من الهواء الاحتياطي للزفير , وبالرغم من دفع هذا الحجم الاحتياطي الزفيري الى الخارج الا ان الهواء المتبقى في الرئتين والممرات الهوائية يبلغ حوالي ١٥٠ سم<sup>٣</sup> يسمى بحجم الهواء المتبقى Residual Volum .

### السعه الحيوية Vital capacity

السعه الحيوية هي سحب أكبر كمية ممكنة من الشهيق ثم أخراجه مباشرة زفيراً بأقصى قوة , وأن حجم الهواء الخارج يمثل أكبر حجم

تستطيع الرئتان أن تبادلاه . او اكبر حجم من الهواء الذي يستطيع الفرد ان يدفعه الى الخارج باقوى عملية زفير يستطيعها بعد اعمق شهيق وهذا الحجم يسمى بالسعة الحيوية وهي تساوي مجموع الحجوم التنفسية الثلاثة الاتيه:

$$\begin{aligned} \text{حجم الهواء المتناوب} &= 500 \text{ سم}^3 \\ \text{الحجم الاحتياطي للشهيق} &= 2000 \text{ سم}^3 \\ \text{الحجم الاحتياطي للزفير} &= 1300 \text{ سم}^3 \end{aligned}$$

$$\text{السعة الحيوية للتنفس} = 3800 \text{ سم}^3$$

ويبلغ عادة ( 3 - 5 ) لترات وتزداد قيمة السعة الحيوية للرئتين حسب حجم الجسم ووزنه , ولها علاقة أيضاً بعمر وحجم الفرد وجنسه ودرجة لياقته و بالتمارين التنفسية الخاصة وحالات ممارسة النشاط الرياضي بانتظام كذلك الامراض .

**السعة الحيوية للرئتين = السعة الرئوية التنفسية + السعة الاحتياطية لهواء الشهيق + السعة الاحتياطية لهواء الزفير .**

والسعة الحيوية نساي ضعف مساحة الجسم بالمتر المربع وتصل عند الرياضيين وخاصة في الرياضات ذات الجهد العنيف والذي يستغرق فتره طويله الى اكثر من الضعف .

تقاس هذه الحجوم الهوائيه بواسطة جهاز السبايرومتر **Spirometer** وهذه الحجوم التي يمكن اعتمادها في تقييم الجهاز التنفسي ومعركة تأثير التدريب عليه

### **Total Lung Capacity السعة الكلية للرئتين**

**السعة الكلية للرئتين = السعة الحيوية للرئتين + السعة الاحتياطية للهواء المدور ( 150 سم<sup>3</sup> ) في المسالك التنفسية .**

$$\text{Total lung Capacity} = \text{Vatil Capacity} + \text{Residual Air}$$

السعة	السعة الحيوية	الهواء المتبقي الكلية الرئتين
-------	---------------	----------------------------------

**السعة التنفسية العظمى Maximum Ventilation**  
هي اكبر حجم للهواء يتنفسه الفرد خلال الدقيقة الواحدة وبحركات تنفسية ارادية قوية وعميقة وتمثل هذه السعة الرئويه العظمى .

**التهويه الرئويه اللازمه Ventilatory Requirement**  
هي حجم الهواء الذي يتنفسه الفرد خلال دقيقه في الحالات الاعتياديه .

**أحتياطي التنفسى للتهويه Breathing Reserve**  
يطلق على الفرق بين التهويه الرئويه اللازمه والسعة التنفسيه العظمى في الدقيقة الواحدة .  
اذا قل احتياطي التنفسى للتهويه عن ٦٠ - ٧٠ % من السعة التنفسيه العظمى تحدث صعوبه في التنفس , وتحدث ( العسره التنفسيه) اذا اصبح اقل من ٦٠ % .

**الحاصل التنفسى**  
يقصد به نسبة حجم ثاني اوكسيد الكربون المتكون الى حجم الاوكسجين المستهلك ويرمز له RQ

**حجم ثاني اوكسيد الكربون المتحرر**  
RQ = -----  
**حجم الاوكسجين المستهلك**

وهذا المعامل يكون دائما اقل من واحد , لان حجم ثاني اوكسيد الكربون المتحرر دائما اقل من حجم الاوكسجين المستهلك في التنفس والذي يصل الدم ويبلغ الحاصل التنفسى للمواد الغذائيه كالاتي :

الكربوهيدرات = ١  
الدهون = ٠,٧  
البروتينات = ٠,٨٢

## تأثير النشاط الرياضى على التنفس

عند اداء الجهد الرياضى تزداد سرعه التنفس , ولكن هذه الزيادة تختلف من فرد الى اخر وتختلف ايضا حسب نوع النشاط الممارس ومدته ادائه . حيث يرافق ذلك عدة تغييرات في وظائف الجهاز التنفسي .

### التغيرات التى تحدث فى الجهاز التنفسى عند القيام بمجهود متوسط الشده ومدته طويله

فى حاله النشاط البدنى المتوسط الشده كالمشى السريع لمدته طويله تزداد سرعه التنفس ثم يقل معدله وينتظم لفته معينه تسمى الفتره الثابته , ويصل الفرد الى هذه الحاله بعد مرور ٤-٥ دقائق والفته الثابته هى الفتره الزمنيه اللازمه لتكيف الجهازين الدورى والتنفسى ( اى تنظيم عمليه تبادل الغازات فى الرنتين وتزويد العضلات العامله بما تحتاجه من الاوكسيجين ) .

#### حيث تثبت فى الفتره الثابته :

- سرعه الدوره الدمويه ,
- درجه تركيز حامض اللبنيك فى الدم ,
- درجه حراره الجسم ,

يبقى الجسم فى هذه الحاله ( الثابته تقريبا ) طوال فتره النشاط مع ملاحظه تكوين دين اوكسيجينى قليل , وبعد انتهاء النشاط وعوده الجسم الى حالة الراحة يعوض هذا الدين حيث فى هذه الفتره تزداد سرعه التنفس .

ان ثبات كميهِ الاوكسجين خلال الدقيقه لا تعنى وصول اللاعب الى الوضع الثابت , فقد يكون ثبات كميهِ الاوكسجين دليل عدم قدره اللاعب على استخلاص كميهِ اكبر من الاوكسجين , ويمكن التأكد من ذلك بزياده شدة المجهود فاذا ازداد معدل التنفس ليتناسب مع احتياجات النشاط الجديد هذا يدل على وصول الفرد الى الحاله الثابته , واذا ما بقيت كميهِ الاوكسجين كما هي دل ذلك على ان اللاعب قد وصل الى اقصى كميهِ من الاوكسجين يمكنه الحصول عليها , وان هذه الحاله لا ينطبق عليها



ما يعرف بالحاله الثابته , حيث لايزداد معدل التنفس مع زياده الجهد الرياضى وهذا يدل على ان هذا اقصى معدل لاداء مثل هذا المجهود . ولكي يصل الفرد الى الفتره الثابته او الفتره المنتظمه يجب ان يحدث تكيف فسيولوجى لاجهزه الجسم المختلفه , والتي تعمل كوحده واحده لتستطيع اداء النشاط الرياضى وسرعه الوصول الى الفتره الثابته تتوقف الى حد كبير على كفاءه الرياضى الوظيفيه و التدريب المنتظم .

### اهم التغيرات التى تحدث فى الفتره الثابته

- انخفاض سرعه التنفس بالمقارنه مع فتره بدء القيام بالمجهود مع سهوله التنفس .
- تقل درجه استهلاك العضلات للاوكسجين .
- تقل وتتنظم ضربات القلب مقارنه مع فتره بدء المجهود .
- تنظيم عمل العضلات وعدم الشعور بالالام العضليه , وترتفع درجه حرارتها مما يساعد على اتمام التفاعلات الكيمائيه , وبذلك تزداد قوه انقباض العضلات

### التغيرات التى تحدث فى الجهاز التنفسى عند القيام بمجهود عالى الشده لفتره قصيره

يحدث هذا فى سباق الجرى لمسافات قصيره وفى السباحه لمسافه قصيره , وان معدل التنفس يزداد ولا يعود الى معدله الطبيعى , الا بعد فتره من الزمن فى نهايه النشاط , وذلك بسبب الزيادة الكبيره فى معدل التنفس لكي تمد العضلات بالاكسجين اللازم للقيام بمثل هذا المجهود فى فتره زمنييه قصيره , ولكن الجسم يسد النقص الاوكسجينى الحاصل عن طريق استهلاك جزء من اوكسجين العضلات الموجوده فى هييموجلوبين العضلات (المايوكلوبين) ونتيجه ذلك النقص الذى يحدث فى المايوكلوبين يتجمع حامض اللبنيك فى تلك العضلات والتى تحتاج بعد الانتهاء من المجهود الى الاوكسجين للتخلص من الحامض المتجمع فيها .

ان كميه الاوكسجين اللازمه للنشاط العنيف السريع اكثر مما يمكن ان يحصل عليها الفرد خلال الفتره الزمنييه التى يستغرقها النشاط , والفرق

فى كميته الاوكسجين المطلوبه للمجهود البدني وكميته الاوكسجين التى يتم الحصول عليها عن طريق التنفس اثناء النشاط تسمى بالدين الاوكسجينى وتعوض هذه الكمية فى البدايه من المايوكلوبين فى العضلات , وبعد انتهاء المجهود تعوض عن طريق التنفس , وهذا ما يفسر استمرار زياده سرعه التنفس لفترة طويله بعد الانتهاء من القيام بالمجهود الرياضى.

**ان قابلية الرياضى على اداء هذه النشاطات يتوقف على عاملين هما**

**٣-**

- اقصى كميته اوكسجين يتمكن الفرد استخلاصها من الرئتين الى الدم فى الدقيقه وهذا يتوقف على كفاءة الجهاز التنفسى وجهاز الدوران والدم .

- اقصى كميته دين اوكسجينى يمكن الفرد ان يحصل عليه

يزداد هذان العاملان بالتدريب المنتظم , ويمكن عن طريق معرفتهما تحديد مقدار الجهد الذى يستطيع الرياضى ان يقوم به , وكذلك تحديد الفتره الزمنيه التى يستطيع الرياضى ان يستمر فى هذا الاداء الرياضى . فاذا تمكن اللاعب استخلاص

٤ لترات من الاوكسجين من الدم فى الدقيقه الواحده وفى نفس الوقت يمكن ان يحصل على دين اوكسجين قدره ١٠ لترات فانه اذا اشترك فى سباق بسرعه تتطلب ٥ لترات من الاوكسجين فى الدقيقه , اى انه يجب ان يستدين لتر واحد من الاوكسجين فى الدقيقه وبذلك يمكن ان يتحمل هذا المجهود لمدته عشر دقائق , فاذا زاد هذا اللاعب من سرعته بشكل مضاعف لما كانت عليه اصبح يحتاج الى ١٠ لترات فى الدقيقه بدلا من ٥ لترات اى انه يحتاج الى ٦ لتر دين اوكسجينى فى الدقيقه وبذلك نجد ان اقصى مده للقيام بهذا النشاط الجديد  $6/10 = 2/3$  , ١ دقيقه .

### **التنفس عند الضغوط المختلفه**

المقصود به التنفس (عند الضغط الجوى الاعتيادى او عند الضغط الاعلى من الطبيعى اى فى منطقه منخفضه عن مستوى سطح البحر او التنفس عند ضغط اقل من الضغط الجوى الاعتيادى اى التنفس فى المرتفعات) , ان انتقال الفرد من الضغط الجوى الاعتيادى الى ضغط

جوى اعلى لا يشكل اى تاثير على التهويه بل سيتحسن عامل التهويه وذلك نتيجة زياده الضغط الجزئى للاوكسجين .

اما فى حالات التعرض الى ضغوط جويه مرتفعه جدا فان الزياده فى الضغط الجزئى لغاز النايتروجين يؤدى الى تخدير الجهاز العصبى وبالتالي يضعف عمليه التنفس ثم يوقفه .

فى المجال الرياضى يتعرض الرياضى الى اللعب فى اماكن منخفضه عن سطح البحر قليلا وفى مثل هذا التعرض تتحسن التهويه , اما عند التعرض الى ضغط اقل من الضغط الاعتيادى الذى كثيرا ما يعرض الاشخاص فى المجال الرياضى الى الاختناق لان الاوكسجين الذى يصل الى خلايا الجسم سيقبل عن المعتاد عليه , وعند التنفس فى الضغط الجوى الاعتيادى ( عند سطح البحر ) اى عند ضغط ٧٦٠ ملليمتر زئبق نسيبه الاوكسجين فى الجو حوالى ٢٠% تقريبا اى ان الضغط الجزئى للاوكسجين تقريبا ١٥٢ ملم زئبق ( ٧٦٠ × ٢٠% ) = ١٥٢ ملليمتر زئبق .

عند الصعود الى مكان مرتفع فالضغط الجوى يساوى ٢/ ٧٦٠ = ٣٨٠ ملليمتر زئبق فى هذه الحاله فان الضغط الجزئى للاوكسجين = ٣٨٠ × ٢٠ / ١٠٠ . وهكذا .

يحدث نتيجة التعرض الى مثل هذه الظروف اعراض وعلامات مرضيه منها الصداع والاجهاد مع ازياده معدل التنفس وزياده ضربات القلب وارتفاع ضغط الدم ويتبع هذه الاعراض هبوط فى مستوى وظائف الجهاز التنفسى , واحيانا توقف فى الدورة الدمويه وتزداد هذه الاعراض بزياده المجهود الرياضى , واحيانا تكون هذه الاعراض بسيطه جدا بحيث لا يحسها الفرد وعند تعود الرياضى على الظروف المحيطه به يصبح متاقلم .

### نتيجه ما يلى :-

- زياده السعه الحيويه

- زياده نسيبه هيموغلوبيين الدم

علما ان الفرد يحتاج الى فتره زمنيه تستغرق عده اسابيع للتاقلم هذا .

## التنفس وعلاقته ببعض أنواع الرياضة

ان الفعاليات الرياضيه والجهد البدني لهما تأثير كبير على وظائف الجهاز التنفسي ومعدل التنفس , حيث تحصل زياده في سرعة دوران الدم وارتفاع الضغط الدموي لذا تتحفز مراكز الاستلام في الجيب السباتي والابهر (مراكز الضغط) وهذا يؤثر على عملية التنفس مما يتوجب تقليل سرعة التنفس وحصول توقف , ولكن في الرياضه يحصل العكس , اذ ان تحفز حالة التنفس يكون فوق العادي ( Hyperpnoea ) لان الفعاليات الرياضيه والجهد البدني العضلي كلما ازدادت شدته كلما سبب زياده في الفعاليات الحيويه للتحويل الغذائي في الجسم منتجا كميات كبيره من ثاني اوكسيد الكربون , وان ارتفاع كمية ثاني اوكسيد الكربون يسبب تحفيز مراكز الاستلام الكيمياءيه في الجسم السباتي والقوس الابهري تحدث افعالا انعكاسيه محفزه لعملية التنفس فتزيد من عمق التنفس ويحصل تنفس فوق العادي , وهذا التأثير اقل بكثير من تأثير ثاني اوكسيد الكربون على المراكز التنفسيه الموجوده في النخاع المستطيل .لذا نلاحظ تأثيرات الفعاليات الرياضيه المبطئه لسرعة التنفس بسبب الافعال الانعكاسيه الناشئه من ارتفاع الضغط سوف لا تظهر وانما تظهر تأثيرات الفعاليات الرياضيه المسرعه للتنفس يجب ان يتلائم تكنيك التنفس مع انواع الرياضه الممارسه ففى الجرى لمسافات مختلفه نجد ان جري ١٠٠م تغطى من الدين الاوكسجيني لذلك يكون التنفس اثناء التمرين قليلا .

اما فى المسافات الطويله فان التزود بالاوكسجين يتم اثناء الحركه باستمرار, لذلك يجب تجنب التشنج فى التنفس , وان استمرارية التنفس تتم بسهولة وارتخاء بدون تصلب , كما ان العضلات التنفسيه تعمل بتوقيت مناسب , كذلك يكون الزفير ابطء من الشهيق كما يستحسن ان يتناسب التنفس مع عدد الخطوات بانتظام , والتدريب على هذا التوقيت يجعل التنفس يتم اليا .

فى السباحه ينظم التنفس حيث يجب ان يتم فى اوقات معينه تحدد حسب نوع السباحه بشرط ان يستخدم الوقت الاكثر ملائمه لعملية التنفس استخداما جيدا .فالسباحه تحتاج الى كميه كبيره من الهواء , والشهيق يتم فى كل انواع السباحه من الفم مع لف الراس جانبا , لان الانف لا يمكن

يغضى احتياجات السباح من الهواء لملء الرئتين فى هذا الوقت القصير المتاح لعملية الشهيق.، اما الزفير فى السباحة فيتم داخل الماء وبقدر الامكان عن طريق الانف . اما فى سباحة الصدر يتم التنفس بطريقه لا اراديه مع توقيت السباحة اى اقصى قوه ممكنه اثناء كم اللعب النفسى ويليها فى الدرجه اثناء عمله الزفير واقل قوه ممكنه تتم اثناء عمله الشهيق .  
وهذا ما يحدث فى الالعاب ذات الشده العاليه ولفتره قصيره جدا مثل رفع الانتقال ورمى القرص والوثب والملاكمه والمصارعه .

### تأثير التدريب الرياضى على الجهاز التنفسى

- زيادة السعة الحيويه وخاصة فى الالعاب التي تتطلب كفاءة الجهاز الدورى التنفسى كما فى السباحة والعدو لمسافات طويله وكرة القدم وتزداد السعة الحيويه حسب أنواع النشاط الرياضى فى التدريب المنتظم .
- الأقتصادية فى عملية التنفس وزيادة فى أمتصاص الأوكسجين من قبل جدران الحويصلات الهوائية وإن معدل سرعة التنفس للرياضيين الممارسين وخاصة رياضات المطاوله تنصف ببطء التنفس مقارنة بغير الرياضيين .
- تحسن القابلية القصوى للأستهلاك الأوكسجين .
- تحسن القابلية الأوكسجينية وخاصة فى تدريبات القصيره (القوة فى السرعة) .

## الفصل السادس التغذية والسوائل الجسميه والالكترولايت

### المبحث الاول

### Nutrition التغذية

#### العناصر الأساسية للغذاء

- الكربوهيدرات مصدر الطاقه الاول
- الدهون المصدر الثاني للطاقه
- البروتينات لبناء الخلايا في الجسم والمصدر الاخير للطاقه
- المواد المعدنيه ( الاملاح )
- السوائل
- الفيتامينات
- الالياف

#### الأسس العامة لتغذية الرياضيين

#### الغذاء والطاقه

حاجة الجسم اليوميه من الغذاء ( الطاقه )

النشاط الرياضي وحاجة الرياضي الى الغذاء

العوامل التي تعتمد عليها كمية الطاقه اللازمه للفرد

تصنيف الالعاب الرياضييه حسب حاجة الرياضي من الغذاء و الجهد

المبدول

توازن الطاقه

تغذية الرياضي

- تغذية الرياضي قبل الجهد

- تغذية الرياضي يوم السباق

- تغذية الرياضي بعد الجهد

### المبحث الثاني

ELECTROLYTES السوائل الجسميه و body fluids والالكترولايت

Enteracellular Fluid - السائل الخلوي

- السائل اللاخلوى *extracellular fluid*

الماء

وظائف الماء

مصادر الماء فى الجسم الانسان *Sources water to the body*

الميزان المائى *WATER BALANCE*

انتقال السوائل فى انسجة الجسم

الضغط الأزموزى و توازن السوائل

نعويض السوائل فى الانشطه الرياضيه

الحفاظ على محتوى ثابت من الماء فى الجسم

التبادل بين السائل داخل الخلايا والسائل البيئى

الألكترولائت *ELECTROLYTES*

## المبحث الاول التغذية Nutrition

### التغذية Nutrition

يقصد بعلم التغذية العلاقة بين الغذاء والجسم , ويشمل تناول الغذاء وهضمه وامتصاصه وتمثيله في الجسم وماينتج عن ذلك من تحرير للطاقة وعمليات النمو والتكاثر وصيانة الانسجة والانتاج والتخلص من الفضلات .

اما الغذاء هو اي ماده صلبه او سائله تزود الجسم بالعناصر الغذائية ويحصل من استهلاكها على الطاقة والنمو والصيانة لانسجة وخلايا الجسم وتنظيم العمليات الحيوية , وللتغذية وظيفتين اساسيتين هما :

- الوظيفة البنائية

- الوظيفة الحركية ( الديناميكية )

يعد الغذاء العنصر الاساسي لانتاج الطاقة , وان نقص التغذية ينعكس سلبا على الانجاز الرياضي , وتختلف تغذية الرياضي عن غير الرياضي , وان تغذية الرياضي تختلف في يوم السباق واثاؤه وبعده , كما يجب ان تراعى نسب المواد الغذائية الداخلة في التغذية وفق النشاط الرياضي الممارس .

ان كمية التغذية ونوعيتها تعتمد على شدة الحمل وزمن الأداء والمسافة المقطوعة أو الجهد المبذول ، فالفرد الرياضي يحتاج تقريبا الى ( ٤١-٥٨ ) كيلوسعره حراريه/ كغم من وزن الجسم يوميا ، أما المرأة الرياضية فتحتاج تقريبا الى ( ٣٧-٥١ ) كيلوسعر حراري/ كغم من وزن الجسم يوميا خلال النشاط البدني والتدريب ، والسعره الحراريه هي الوحدة القياسية اللازمه لرفع درجة حرارة الماء من ١٤،٥ الى ١٥،٥ اي درجة مئوية واحده .

ان احتراق المواد الغذائية ينتج عنها طاقة ، ولذلك فإن كمية ونوعية الغذاء لها تأثير كبير في نوعية ومقدار حركه الجسم .



## العناصر الأساسية للغذاء

هي المواد الأولية التي يحويها الغذاء , ولا يمكن ان تصنع في الجسم او تصنع بكميات غير كافية مما يتحتم الحصول عليها من الغذاء وتشمل العناصر الغذائية مركبات عضوية وغير عضوية واخرى كيميائية ينتج عن تناولها الطاقة والعمليات الحيوية الاخرى .

### وتشمل:

- الكربوهيدرات مصدر الطاقة الاول
- الدهون المصدر الثاني للطاقة
- البروتينات لبناء الخلايا في الجسم والمصدر الاخير للطاقة
- المواد المعدنية ( الاملاح )
- السوائل
- الفيتامينات
- الالياف

## اولا- الكربوهيدرات Carbohydrates

هي من المشتقات المائية لعنصر الكربون , وهي مصدر الطاقة الاول للنشاط العضلي حيث توفر للجسم حوالي ٥٠-٧٠ % من حاجته للطاقة وتتكون من الكربون والهيدروجين والاكسجين , وتعد اهم غذاء للرياضيين لاستخدامها في الطاقة لجميع الأنشطة البدنية تقريبا , اضافة الى انها تنتج الطاقة بالطريقة اللااكسجينية والاكسجينية , وتزيد كفاءة انتاج الطاقة بالطريقة الأوكسجينية ويزيد من اهميتها ان كمية الاوكسجين اللازمه لأكسدها تقل عن كمية الاوكسجين اللازمه لأكسدة المواد الدهنيه .

### توجد الكربوهيدرات في الجسم على النحو الاتي :

#### - سكر الدم ( الكلوكوز) Glucose

هو سكر احادي رمزه الكيمياوي ( C6H12O6 ) لايحتاج الى عملية هضم يمتص كما هو وينتج عن احتراقه الطاقة والماء وثاني اوكسيد الكربون. ويشمل السكريات الاحادية ايضا ( الفركتوز , الكالكتوز ) وهي ابسط انواع السكريات لاتحتاج الى هضم قبل امتصاصها .

## - السكريات الثنائية

تتكون من اتحاد جزئيتين من السكر الاحادي ومن اهمها (السكروز واللاكتوز والمالتوز) .

- **السكريات المتعدده** وتتكون من اتحاد عدد كبير من جزيئات السكريات الاحادية والثنائية ولا بد من هضمها وامتصاصها واهمها السليلوز والكلالوجين.

## -الكلالوجين ( Glycogen ) النشأ الحيواني

يتكون من وحدات متكرره من سكر الكلوكوز ويتكون بعد امتصاص السكريات الاحادية ( الكلوكوز , الفركتوز , الجلاكوز ) عن طريق دخولها الشعيرات الدموية بخملات الامعاء الدقيقة الى دوره الباييه الكبديه. يتم تخزين السكريات الاحادية بعد تحويلها الى الكلالوجين بسرعه تعادل سرعه احتياج الجسم اليه , ومن ناحيه اخرى تقوم العضلات والخلايا بامتصاص الكلوكوز من الدم والاحتفاظ به على شكل كلالوجين لتحويله الى طاقه وقت الحاجه اليه.وهي تخزنه في الجسم داخل العضلات والكبد وهو المركب الأساسي للطاقة خلال الأداء الرياضي ،

تصل حاجة الرياضي من السرعات الحرارية الكربوهيدراتية ما بين ٥٥ - ٦٥% من مجموع السرعات الحرارية المطلوبة للرياضي يوميا .  
تكمّن أهمية الكربوهيدرات انها تمنع استخدام البروتين كمصدر للطاقة وهي أيضا تشكل الغذاء الرئيسي للخلية العصبية وبوجودها تحترق الدهون احتراقاً كاملاً.

أن الكربوهيدرات والدهون تستهلك خلال ممارسة النشاط والعمل بنسب متفاوتة تبعا

لكثافة العمل وشدته وكلما ازدادت مشقة العمل زادت أهمية الكربوهيدرات وتعد الدهون مصدراً هاماً للطاقة في ممارسة الأنشطة الرياضية الأقل اجهاداً.

من مجموعة الكربوهيدرات الرز:والحنطة والشعير ومن مجموعة الكربوهيدرات السكريات ايضا بأنواعها المختلفة :سكر القصب سكر العنب ،سكر الفواكه ، سكر البنجر .

## وظائف الكربوهيدرات

- توفير الطاقة اللازمه للجسم
- تدخل وتساعد في تركيب بعض مركبات الجسم
- تساعد على اكسدة المواد الدهنيه لاستغلالها في توفير الطاقة
- تحافظ عل البروتينات من استغلالها في توليد الطاقة

## التحميل الكربوهيدراتي

تعد الكربوهيدرات مصدر اساسي للطاقة وان اغم منه ينتج مايعادل ٤,١ سعره حراريه كذلك انها تتحلل لانتاج الطاقة هوائيا ولاهوائيا , لذلك تستخدم نظرية التحميل الكربوهيدراتي لزيادة كميتها في مخازن الجسم وذلك لزيادة القابليه والنشاط البدني والقدرة على انجاز افضل , وهناك عدة طرق لزيادتها في الجسم منها:

- **الاسبوع الاخير قبل السباق** يتم الامتناع من تناول الكربوهيدرات في الايام الثلاثة الاولى من الاسبوع , وتناول اغذيه تحوي البروتينات والدهون مع ممارسة تمرين ذو شدة عاليه لغرض افراغ مخازن الجسم من من الكلاكوجين .

في الايام الثلاث التاليه من الاسبوع نفسه يتم زيادة الاغذيه التي تحوي الكربوهيدرات مع اداء تمرين خفيف , هذا ما يرفع نسبة المخزون من الكلاكوجين حوالي ٧٠٠غم اي حوالي ٢٨٠٠ سعره حراريه , علما ان معدل الكلاكوجين المخزون في الجسم حوالي ٤٠٠غم تقريبا .

تستخدم هذه الطريقة في الغعاليات التي تستغرق اقل من ٣٠ دقيقه , لان زيادة الكلاكوجين الى حد كبير يعني زيادة كمية السوائل , وهذا يسبب التصلب والتعب العضلي في الفعاليات ذات المده الطويله .

## ثانيا - الدهون

هي مركبات عضوية لا تذوب في الماء ولا تتأكسد الا بوجود الكربوهيدرات , تنتج الطاقة بطريقه هوائيه فقط , وتعد مصدر مهم للطاقة في الانشطه التي تتطلب اداء لفته طويله ولتكوين الخلايا , وتتكون من الكربون والهيدروجين و (الوكسجين بنسبه قليله) وتتكون من ٣ جزيئات من الاحماض الدهنيه وجزيء واحد من الجلسرايد .

### توجد الدهون في المصادر الحيوانيه والنباتيه وتكون على نوعين :-

- الاحماض الدهنيه المشبعه وتؤدي زيادتها في الدهن الى صلابته  
- الاحماض الدهنيه غير المشبعه ( وتشمل الاحاديه التي زيادتها تجعل الدهن سائلا والمتعدده التي تزيد من سيولة الدهن بشكل اكبر من الاحاديه)

### وظائف الدهون خلال الاداء البدني

- تعد من العناصر المهمه في الانشطه الرياضيه التي تتطلب الاداء لفته طويله , وأن الكمية المطلوبه للرياضي من الدهون بنسبه ٢٥-٣٠ ٪ من مجموع السعرات الحراريه اليوميه ويفضل أن تكون من النوع غير المشبع ذي مصدر نباتي .

- تزود الطاقة لخلايا الجسم حيث تزود الجسم بحوالي ٢٠-٤٠ ٪ من الطاقة اللازمه

- تعد المصدر الاساسي الثاني للطاقة بعد الكربوهيدرات حيث جزيء الدهن عند احتراقه يولد ٩ سعرات حراريه لكل غم واحد من وزن الجسم .

- لا تحترق الا اوكسجينياً فقط لذا فهي مفيده في ألعاب المطاوله

- تتطلب وجوده الكربوهيدرات ليتم احتراقها كاملاً .

- تزود الجسم بالاحماض الدهنيه الضرورية للنمو والتي لها علاقة بامتصاص بعض الفيتامينات .

تحمل الفيتامينات التي لا تذوب في الماء حيث تعد مصدرا لامداد الجسم بالفيتامينات التي تذوب في الدهون ( D,E,A,K ) .

- تحافظ على الاحشاء واسنادها , ويعمل الدهن المخزون تحت الجلد لحماية من الاصابات الخارجية وان الدهون حول الاعضاء الجسمية لا تحرق , الا بعد استنفاد جميع الدهن المخزون في الجسم .
- تدخل في تركيب جدار الخلية
- تعمل كمنظم حراري وتحافظ على درجة الحرارة في الجسم
- مهمه للنمو البدني وزيادة الوزن.
- تدخل في تركيب الهرمونات الجنسية
- انتاج حامض اللينويك Linoleic Acide الذي نقصه في الجسم يسبب نقصان الوزن.
- يدخل بعضها في تكوين بعض خلايا الجسم لاسيما المخ والكبد والقلب والكليه .
- يمكن الحصول على الدهون من المواد الغذائية الحيوانيه مثل (الزبد والجبن واللحم والبيض والحليب وغيرها ) والنباتيه:مثل ( الخضروات الدهنية ، الزيوت النباتيه وغيرها

### ثالثا - البروتينات Protein

تتكون من الكربون والهيدروجين والاكسجين و (النتروجين بنسبة ١٦% من وزنها ) والاحماض الامينية , كذلك يحتوي معظمها على الكبريت والبعض الاخر على اي من العناصر وبنسب متفاوتة مثل (الفسفور , الحديد , الكالسيوم .المغنسيوم ,النحاس ,الخاصين) كذلك المنغنيز الذي يعد من العناصر الهامة للرياضيين لانه يدخل في بناء العضلات والعظام وتكوين الانزيمات والهرمونات والاحماض الامينية المختلفه مثل حامض الجيلاسين Glycine Acid وحامض ثنائي البيبتيد Dipeptid Acide وغيرها.

تعتبر البروتينات العنصر الأساسي لبناء الخلايا العضلية والأنسجة ،ويحتاجها الرياضيين أكثر من غير الرياضيين ، وتقدر الكمية المطلوبة للرياضي بنسبة ١٢-١٥ % من مجموع السعرات الحرارية المطلوبة يوميا .وهي مصدر ضعيف للطاقة ولا تستخدم كمصدر للطاقة إلا بعد نفاذ الكربوهيدرات والدهون وهي لا تحترق لأوكسجيناً , ومن الجدير بالذكر في المجال الرياضي يجب عدم الوصول الى حرق البروتينات للحصول على الطاقة .

### وظائف البروتينات

- تدخل في الكثير من الوظائف الحيوية داخل الجسم
- تدخل في تركيب ( الهيموغلوبين, الشعر والجلد , الاظافر, الاربطه العضليه واربطة المفاصل) كذلك تدخل في تركيب ( البلازما , و تركيب الخليه و جدار الخلايا والنواة لذلك فأنها تدخل في عملية نقل الصفات الوراثيه ) .
- تصنيع مواد تخثر الدم
- تنظيم السوائل بين داخل وخارج الخليه
- تنظم الحامضيه والقاعديه او PH للدم
- تكوين الاجسام المضاده ومضادات السموم
- تعمل على نقل بعض المواد الغذائيه مثل الفيتامينات وتزيد من فعاليتها مثل فيتامين A في عمليات البناء واعادة بناء التالف من الأنسجة

- تستخدم لزيادة حجم العضلات  
- تدخل في تركيب الهرمونات والانزيمات عدا الهرمونات الجنسية  
- مصدر ضعيف للطاقة والآخر ويمكن الاعتماد عليها في حالات  
التمرين الطويل لانتاج الطاقة (ATP) .  
ان حاجة الانسان للبروتين للمرأة ٠,٩ غم /كغم من وزن الجسم ,  
ويكفي ١,٥ غم لكل كغم من وزن الجسم للرياضيين المحترفين وقد  
يحتاج رياضيو البناء العضلي ورياضات القوه الى ٢ غم /كغم  
، ولايجوز المبالغة في الأعتما د على البروتين للرياضيين والرياضيات  
، لأن ذلك يسبب الجفاف والامساك وذلك بسبب امتصاص الماء من  
بقية الاغذية اثناء التمثيل الغذائي .

### انواع البروتينات

البروتين يوجد على شكل ٢٠ نوع من الاحماض الامينية التي تكون  
على نوعين:

- الاحماض الامينية الضرورية ( ٩ ) احماض وهي التي لا يستطيع  
الجسم صنعها في داخله لذلك يجب تناولها عن طريق الغذاء .

- الاحماض الامينية غير الضرورية ( ١١ ) وهي التي يمكن ان  
يصنعها الجسم من تركيبات اخرى .

البروتينات التي تحوي على الاحماض الامينية الضرورية ذات  
المصدر الحيواني ( اللحم الحليب البيض الخ ) اما البروتينات النباتية  
اقل كفاءه من البروتينات الحيوانية وذلك لعدم وجود جميع الاحماض  
الامينية فيها .

يستطيع الجسم صنع الكربوهيدرات والدهون من خلال البروتينات  
ولكن لايمكن ان يصنع العكس بسبب وجود النيتروجين في البروتينات  
، ان عملية التمثيل الغذائي للبروتينات تكون معقدة بسبب ما يلفظه من  
مخلفات بعد سلسله من العمليات المعقدة والتي تطرح خارج الجسم  
على شكل يوريا وتكون بحدود ٤٠ - ٤٥ ملغم / ١٠٠ مللتر لذلك لايمكن  
اخذها بكميات كبيره .

## اماكن وجود البروتين في الجسم

- ٥٠% في العضلات
- ٢٠% في العظام
- ١٠% في الجلد
- ١٠% في الخلية العصبية ( خلايا الدماغ )
- ١٠% في اماكن اخرى من الجسم

## رابعا - الفيتامينات

تعمل الفيتامينات كعوامل مساعدة في عملية بناء الأنسجة وادامتها , ولها دور في عمليات التنظيم الوظيفي والتمثيل الغذائي , وفي التخفيف من التشنجات والتقلصات العضلية .

أن بعض أنواع الفيتامينات يذوب في الماء وبعضها الآخر يذوب في الدهون , الفيتامينات الذائبة في الماء مثل فيتاميني (B,C) اللذان يحتاجها الجسم يومياً ولكن اذا أكثر من تناولها في الاطعمة أو الحبوب المصنعة فان الزائد منها يخرج عن طريق الادرار ويوجدان في الحمضيات والنشويات والحبوب .

ان مجموعة فيتامين (B) لها تأثير على تمثيل السكريات في الجسم لذا يحتاجها الرياضي في التغذية بأعطائها مع المشروبات .

اما الفيتامينات التي تذوب في الدهون مثل (K,E,D,A) فانها تخزن في الجسم وخصوصاً في الكبد والأنسجة الدهنية وتؤدي زيادة تخزينها الى أضرار خطيرة على الجسم ، كما أن نقصها يسبب امراضاً مزمنة وتوجد في الخضروات ذات اللون الداكن والمنتجات الحيوانية , اهميته الفيتامينات في الرياضية محدودة فهي ليس لها علاقة بانتاج الطاقة , وعلاقتها بالعمل العضلي محدودة جداً وفي ادناه جدول (٣) يبين مقدار حاجة الرياضي لاهم الفيتامينات .

الفيتامينات	مقدار الحاجه الاعتياديه	مقدار حاجة الرياضي
-------------	-------------------------	--------------------



٨-٤ ملغرام	١-٥ ملغرام	B1
٤٠٠-٢٠٠ ملغرام	١٠٠-٥٠ ملغرام	C
١٥-١٢ ملغرام	٥ ملغرام	A

جدول رقم ( ٣ ) يبين حاجة الرياضي لاهم الفيتامينات

#### خامسا - الأملاح

الملح ينتج عن تفاعل مادة حامضية واخرى قاعدية وعندما يتحلل الملح في الماء يتفكك الى ايونات سالبة -CL وموجبه +NA, تحتوي اجسامنا على عدة املاح يوجد بعضها في الخلايا واخرى في سوائل

الجسم مثل الدم واللمف , والسوائل حول الخلية وتعد ايونات الاملاح مصدرا للعديد من العناصر الكيميائية الهامة .

### وظائف الاملاح

تقوم الاملاح بوظائف متعددة منها :

- تدخل في تكوين الانسجة
- تبادل الغازات
- تساعد في الهضم
- بناء العظام
- للاملاح دور هام في تنظيم العمليات الحيوية بالجسم
- كتنظيم ضربات القلب والتحكم بانقباض العضلات .

ان للاملاح دور في عملية التنفس وحرق الغذاء داخل الجسم , وهي مهمة لنشاط الخلايا واهدات التغيرات الكيميائية التي تطرأ على النشويات عند حرقتها بالجسم لاطلاق الطاقة الكامنة فيها وبالسرعة المطلوبة .

نقص الأملاح أثناء عملية التعرق يؤدي الى تعطيل الإشارة العصبية المتجهة الى العضلات وحدوث الشد العضلي . لذلك ينبغي أن يكون غذاء الرياضي غنياً بالصوديوم بسبب فقدانه أثناء التعرق الذي يصاحب ممارسة الألعاب الرياضية وحاجة الرياضي اليه أكثر من حاجة الأشخاص الآخرين , اضافة الى ذلك ينبغي احتواء غذاء الرياضي الى أملاح الكالسيوم والمغنيسيوم والذي يستهلكان عند حصول مختلف عمليات الأيض التي تزداد شدتها عند اجراء التمارين الرياضية .

تبقى الاملاح في الجسم لمدة (٢-٣) ساعات وبعد ٢٤ ساعة من اخذها سيتطلبها الجسم مرة اخرى لذا تؤمن هذه الاملاح مع المشروبات .

ويحتاج الرياضي الى (٢٠) غرام يومياً من ملح الطعام لانه يفقد كثيراً منه بسبب التعرق ويفقد معه عنصر الكلور والذي يدخل في تركيب حامض المعدة وقلته تسبب فقدان الشهية وبالتالي قلة الانجاز الرياضي .

### ساسا - السوائل

تكمّن أهمية السوائل للرياضي المتمثلة بالماء بشكل أساسي أثناء ممارسة الأنشطة البدنية وخاصة في الأجواء الحارة والرطوبة، ويفقد الجسم السوائل بطرق مختلفة عن طريق التعرق والادّرار والتنفس والخروج، لذا يجب ان تؤمن كمية كافية من الماء للرياضي ولأن الماء يكون حوالي ٧٠% من جسم الانسان وان فقدان ٣% منه يؤدي الى عرقلة واختلال التمثيل الغذائي وتعرض الجسم للجفاف اما فقدان ٢٠% منه فيعتبر عاملاً مميتاً للانسان .

للماء أهمية كبيرة في تبريد الجسم وادامة عملية التنظيم الوظيفي في الجسم التي لا تتم الا بتوازن السوائل في الجسم، لذا يجب على الرياضي أخذ كميات كبيرة من السوائل بشكل متقطع قبل التدريب والمنافسة حتى أن لم يشعر بالعطش فنقص الماء سوف يؤدي الى تعطيل في عمل الجهاز الدوري والعصبي المسيطر على درجة حرارة الجسم .

من الضروري تبريد الماء قبل تناوله (قبل التمرين وفي أثنائه وبعده) حتى يتم الامتصاص بشكل أسرع .

### سابعا - الالياف

وهي جزء مهم في النظام الغذائي ولكن الجسم لايمتصها وغالبا ما تتجاهل كماده غذائية .و توجد في الخلايا النباتية وتعد منظف طبيعي للأمعاء، وتستخدم في الانظمة الغذائية للمحافظة على الوزن لكونها تشعر الفرد بالشبع وتمليء المعدة بدون زيادة الوزن. .

في ادناه جدول(٤) يبين نوع الرياضه الممارسه وحاجة الرياضي من بعض العناصر الغذائية ( الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ) .

..

نوع الرياضة	الطاقة المستهلكة / سعره / يوم	الكاربوهيدرات غم	الدهون غم	البروتينات غم
الشطرنج	-٢٨٠٠ ٣٢٠٠	٤٣٠-٣٨٢	١٠٣-٩٠	١٠٩-٩٦
الساحة والميدان رفع الاثقال المصارعه	-٣٥٠٠ ٤٥٠٠	٦١٥-٤٧٨	-١١٣ ١٤٥	-١٢٠ ١٧٤
السباحه كرة القدم الدراجات	-٤٥٠٠ ٥٥٠٠	٧٦٥-٦١٥	-١٤٥ ١٧٧	-١٥٤ ١٧٤
التزلج على الجليد الماراتون	-٥٥٠٠ ٦٥٠٠	٩٢٠-٧٦٥	-١٧٧ ٢١٠	-١٧٤ ١٩٠

جدول رقم ( ٤ ) يبين حاجة الرياضي من بعض العناصر الغذائية ( الكاربوهيدرات والدهون والبروتينات ) (عن مازن سلمان , تغذية الرياضيين, ١٩٨٠ بغداد)

الأسس العامة لتغذية الرياضيين  
أن الوظائف الأساسية للتغذية يمكن ايجازها بما يلي

- المصدر الأساسي للطاقة لاستمرار الحياة والعمل والحركة والانتاجيه وصنع المواد الاساسيه لبناء انسجة الجسم ونموها .
- بناء الخلايا والأنسجة وإدامتها وإصلاح التالف منها بفعل الهدم او الجروح.
- المحافظة على استمرار عملية التنظيم الوظيفي في الجسم وتشمل -المحافظه على توازن الماء في الجسم
- تنظيم ضربات القلب وسرعة التنفس والمحافظة على توازنهما .
- دعم مقاومة الجسم للأمراض وكسب المناعة
- تشمل هذه الوظائف العناصر الغذائية الاساسيه الكربوهيدرات , الدهون , البروتينات .

### الغذاء والطاقة

تقدر الطاقة التي تنتج من المواد الغذائية بوحدات حرارية هي (الكالوري) و (الكيلوكالوري) وتسمى ايضا بالسعرة , ويجب أن يكون هناك تطابقاً بين عدد السعرات الداخلة , التي يحتاجها الجسم وبين عدد السعرات التي يحصل عليها، مثلاً إذا كان الجسم بحاجة الى ٣٠٠٠ كيلو كالوري يومياً فينبغي أن يحصل من الغذاء على ٣٠٠٠ كيلوكالوري يومياً ايضاً , اي أن عدد السعرات التي يحصل عليها الانسان من الغذاء هو مجموع السعرات التي تحررها مكونات ذلك الغذاء وبصورة رئيسية الكربوهيدرات والدهون والبروتينات .

حيث أن غذاء أي انسان يجب أن يحوي على هذه المواد بنسبة ٤:١:١ وهذا يعني اذا احتوى الغذاء على ١غم واحد من البروتين فينبغي أن يحوي ١غم من الدهون و ٤غم من الكربوهيدرات وذلك لأن: ١غم من الكربوهيدرات وكذلك ١غم من البروتينات اذا احترقت تعطي ٤،١ كيلوكالوري

، بينما احتراق ١غم من الشحوم يعطي ٩،٣ كيلوكالوري ،

وعلى هذا الأساس ينبغي أن يعطي الغذاء اليومي :

البروتين بنسبة ١٤ ٠/٠ من عدد السعرات

الشحوم بنسبة ٣١ ٠/٠ من عدد السعرات

الكربوهيدرات ٥٥ ٠/٠ من عدد السعرات .

## حاجة الجسم اليوميه من الغذاء ( الطاقة)

يستهلك الفرد الطاقه بصورة مستمره حتى اثناء الراحة التامه والنوم , حيث يستهلك حوالي- ١٨٠٠ - ١٦٠٠ سعره حراريه ( نسبة الى رجل يزن ٧٠ كغم ) وعند المرأه (١٢٠٠ - ١٤٥٠)سعره حراريه , وهذه السعرات تصرف لتلبية متطلبات عمل القلب وعضلات التنفس وعمليات الايض الخلوي والمحافظة على درجة حرارة الجسم .

أما بالنسبة للشخص الرياضي فيجب الأخذ بنظر الاعتبار النشاطات والاجهادات التي يبذلها في عمليات التدريب , والتي تحتاج الى طاقة اضافية بهذا القدر أو ذاك حيث يزداد مقدار الطاقه المستهلكه من ١٢سعره/ دقيقه خلال الراحة الى ٢٠ سعره /دقيقه او اكثر خلال الجهد البدني او المجهود الشديد , كما يحتاج الجسم الى طاقه اضافيه عند تناول الطعام لاتمام عملية الهضم والامتصاص , ولكن النشاط البدني يحتل النصيب الاكبر في استهلاك الطاقه , حيث أن عدم توفر الطاقة الضرورية في غذاء الرياضي سيؤدي الى استهلاك الاحتياطي من المواد الغذائية في الأعضاء عند ممارسة التمارين الرياضية المختلفة . وان احتراق هذه المواد يزود الجسم بالسعرات الحراريه اللازمه لفعالياته المختلفه ويحصل الجسم على السعرات اللازمه لنشاطه من المكونات الغذائيها لاساسيه الكاربوهيدرات والدهون والبروتينات بعد احتراقها , وتختلف حاجة الفرد للسعرات الحراريه وذلك تبعا لنوع العمل الممارس والعمر والجنس والوزن وحالة الجسم الصحيه والهرمونييه .

وفيما يأتي نسب الزياده في السعرات الحراريه وفق نوع النشاط الممارس :-

- الاعمال المكتبيه ٥٠%

- النشاط البدني البسيط ٦٠%

- النشاط البدني المتوسط ٧٠%

- النشاط البدني الشديد ١٠٠%

النشاط الرياضي وحاجة الرياضي الى الغذاء

ان الفرق الاساسي بين تغذية الرياضي وغير الرياضي يكمن في عدد السعرات المطلوبه لكل منهما, وتختلف الحاجه الى الغذاء بأختلاف الافراد والفعاليات البدنيه الممارسه وزمنها ,حيث يجب الموازنه بين كمية ونوعية المواد المأخوذه والجهد المبذول وان زيادة المواد المأخوذه عن مقدار الحاجه سيؤدي الى خزنها في الجسم .

### العوامل التي تعتمد عليها كمية الطاقة اللازمه للفرد

- **مرحلة النمو** حيث تعد فترة النمو ( ١٢- ٢٢ ) سنه عند الذكور و (١٢- ١٨) عند الاناث فترة نمو متصاعده يحتاج فيها الفرد الى كميات غذائيه اكثر.

- **العمر** تقل الطاقه المستخدمه مع تقدم العمر

- **الجنس** المرأه اقل استهلاكا للطاقه من الرجل لاسباب بايولوجيه تكوينيه

- **النشاط البدني** تزداد الحاجه لاستهلاك الطاقه والسعرات الحراريه كلما زادت شدة النشاط البدني , حيث يحتاج النشاط البدني الخفيف الى اقل من ٥ سعرات حراريه / دقيقه والمعتدل الى ٥ - ١٠ سعرات / دقيقه اما النشاط الشديد يحتاج الى اكثر من ١٠ سعرات / دقيقه

## تصنيف الالعب الرياضيه حسب حاجه الرياضى من الغذاء و الجهد المبذول

- الالعب التي يبذل فيها الرياضى جهدا كبيرا وبشكل متواصل ولفتره طويله مثل (السباحه , التزحلق على الجليد , الدراجات , الجري لمسافات طويله )
- الالعب التي يبذل فيها الرياضى جهدا كبيرا وبشكل غيرمستمر ولمده طويله ( كرة القدم, كرة اليد, كرة السله , الهوكي ,كرة الطائره )
- الالعب التي يبذل فيها الرياضى جهدا كبيرا ولفتره قصيره مثل (كرة المنضده ,المبارزه , الرمايه ,البولنك , الزوارق )
- الالعب التي تشتمل على القفز وتتطلب السرعه والتي تحتاج الى السيطرة العصبية - العضليه للجسم حيث يبذل الجسم كامل طاقته ولفتره قصيره جدا مثل(جري المسافات القصيره, قفز الزانه ,الملاكمه ,قفز الموانع, القفز العالي ,القفز للماء)
- الالعب المختلطة والتي تعتمد على سرعة التنبيه العضلي العصبي وتشتمل استعمال القوه والمطاوله احيانا والسرعه في آن واحد احيانا مثل (المصارعه ,رمي القرص , رمي الثقل ,جمناستك الاجهزه )

## توازن الطاقة

هي السعرات الحراريه المكتسبه ازاء السعرات المستهلكه والتي تزود الجسم بالتغذيه الصحيه وما يحتاجه من من العناصر الغذائيه بشكل يكفي نشاطاته المختلفه ويتحقق ذلك بتنوع التغذيه .

يحتاج الفرد في حالة الراحة التامه وبدون حركه وفي اجواء قياسيه وحراريه ثابتة وطبيعيه الى ١٧٠٠ - ٢٠٠٠ سعره حراريه وهي الطاقه اللازمه لعمل القلب والدم والجهاز الهضمي والكبد والعمليات الفسيولوجيه والبايولوجيه للخلايا , وتزداد السعرات الحراريه لاي جهد اضافي , وتتناسب الطاقه المستهلكه تناسباً طردياً مع شدة الفعاليه الرياضيه الممارسه وكذلك الطاقه التي يحتاجها الرياضى لاداء النشاط وتختلف باختلاف شدة الفعاليه ومدتها الزمنيه المسغرقه:ويحتاج



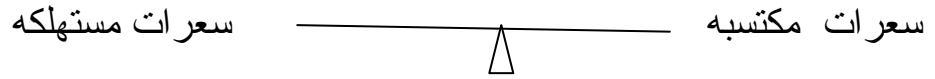
الرياضي الذي يمارس جهدا بدنيا شديدا الى (٥٠٠٠ - ٦٠٠٠) سعره حراريه في اليوم لاداء الجهد البدني , لذلك من المفيد تناول عدد اكبر من الوجبات ٤-٥ وجبات في اليوم لغرض المحافظه على نسبة السكر في الدم لان الوجبات قليلة الحجم تمنع تجمع الدهون في الجسم وتوفر مستوى افضل من السكر .

السعرات التي يكسبها الفرد من الاغذية وخاصة الدهون تفوق عدد السعرات المكتسبة من الكربوهيدرات ومصادر الطاقة الاخرى .  
ان السيطرة على وزن الرياضي والمحافظة عليه ضمن مستوى معين تتم عن طريق ما يلي :

- تقليل كمية الدهون المكتسبة في المتطلبات اليومية للطاقة .  
- زيادة استهلاك السعرات الحرارية الزائدة عن طريق ممارسة النشاط الرياضي والبدني

ويمكن الالتزام بالنقطتين اعلاه للحصول على التوازن الصحيح .  
يحصل التوازن في الطاقة عندما تكون السعرات المكتسبه بقدر السعرات المستهلكة وان زيادة عدد السعرات المكتسبة عن السعرات المستهلكة يسبب زيادة في الوزن اما العكس فيسبب نقصان في الوزن .

### المحافظة عن الوزن



## تغذية الرياضي

يحتاج الجسم الى (٢٥٠٠-٣٠٠٠) سعره حراريه يوميا , ويرتفع احتياج الجسم للسعرات الحراريه عند الرياضي وفقا لنوع الرياضه الممارسه .حيث تختلف تغذية الرياضي عن غير الرياضي بسبب مايتعرض له من اجهادات بدنيه مختلفه في التدريب وفي المنافسات , كذلك تختلف تغذية الرياضيين انفسهم وفقا لنوع اللعبه او الفعاليه الرياضيه والزمن المستغرق في الاداء , اي يختلف مقدار استهلاك الطاقه باختلاف التمرين ونوعه واللعبه الممارسه فلاعب الجمناستك مثلا يحتاج الى (٣٠٥-٦٠٧) سعره حراريه لكل كغم من وزن الجسم في الساعه , بينما في العاب المطاوله (السباحه لمسافات طويله , الجري لمسافات طويله) يحتاج الرياضي الى (٤٠٤-١٠٠٧) سعره حراريه لكل كغم من وزن الجسم في الساعه .

تغذية الرياضي يجب ان تكون متكامله وتحتوي على الانواع الغذائيه الاساسيه (الكربوهيدرات والبروتينات والدهون ) التي تختلف كميه الطاقه المتحرره منها فآن احتراق ١غم من السكريات يولد (٤٠٢) سعره حراريه بينما حرق نفس الكميه من الدهون يحرر (٩٠١) سعره حراريه ونفس الكميه من البروتينات تحرر (٤٠٤) سعره حراريه لذلك يجب ان لا تتجاوز نسبة الدهون في غذاء الرياضي اكثر من (٢٥-٣٠%) في الطعام و(١٨-٢%) بروتينات وترتفع هذه النسب في انواع الرياضه التي يزداد فيها استهلاك الطاقه في خلايا الانسجه .

تغذية الرياضي يجب ان تحتوي على اربعة اجزاء في السكريات الى جزء واحد من كل الزلاليات والدهنيات تقريبا , ويجب على الرياضي اخذ كميه كافيه من البروتين , حيث انه يساعد على نمو الجهاز العضلي , على ان يكون ٥٠% من البروتينات المأخوذة ذات مصدر حيواني وذلك لاحتوائه على حوامض امينية لايمكن الجسم من بنائها .

اما بقيه الطاقه تؤمن عن طريق السكريات والتي يجب ان يكون ٣/٢ منها من السكر المتعدد (الخبز، الرز، البطاطا) اما الثلث الباقي فمن السكريات البسيطة , وتعطى للرياضي الفيتامينات والاملاح المعدنيه حسب احتياج الجسم لان اعطائها اكثر من الحد المطلوب تكون غير

ذي فائدة وتطرح خارج الجسم , لكونها لا تخزن في الجسم ،ومن الفيتامينات المهمة للرياضي فيتامين ( c ) للوقاية من اصابات البرد التي يتعرض لها الرياضي غالباً .

يحتاج الرياضي الى كمية من السكريات لعملية تكوين و تخزين الكلاوجين كمصدر للطاقة في تقلص العضلات , والذي تنقص كميته او تفقد اثناء اداء الرياضة العنيفة ولمدة طويلة وتصل الى الصفر ولذا ينصح الرياضي بتناول نسبة عالية من الزلايات والدهنيات لفترة قصيرة من الزمن , ومن ثم يتناول كميات كبيرة من السكريات ولعدة ايام قبل السباق للاستفادة من كمية الكلاوجين المخزونة في الجهاز العضلي لضمان استمرار النشاط او المجهود لفترة زمنية طويلة ( التحميل الكربوهيدراتي الذي سبق شرحه ) .

كما ان اعطاء مواد غذائية غنية بالسكريات وسريعة الامتصاص والتمثيل مثل (السوائل) قبل بدء السباقات او خلالها مهم جداً في سباقات المسافات الطويلة وفي سياق الدراجات لانها تستنزف سرعات حرارية كثيرة .

## تغذية الرياضي قبل الجهد

- يجب ان تكون اخر وجبه يتناولها الرياضي قبل ٣- ٤ ساعات من بدء النشاط لان الوجبه الغذائيه المتأخره تسبب استهلاك كميه كبيره من الدم في الجهاز الهضمي ( ٣/٢ ) لاتمام عملية الهضم مما يسبب نقص في كمية الدم الوارد الى الجهاز العضلي وبالتالي قصور في نشاط العضلات .

- يجب ان تحتوي المواد الغذائيه على نسبه عاليه وملائمه من الكربوهيدرات اضافة الى الفيتامينات ,ويمكن تناول الكربوهيدرات قبل المافسه بساعه او ساعتين لسرعة هضمها .

- اخذ سكريات سريعة الامتصاص والتمثيل ويفضل اخذها على شكل سوائل قبل السباق بنصف ساعه لان هذه المواد تزيد من خزن الكلاكوجين .

- يجب على الرياضي خفض نسبة البروتينات في الطعام قبل ثلاثة ايام من السباق لان النسب العاليه تؤدي الى التشنج العضلي والالام المفاصل .

- تجنب الاغذيه التي تهضم بصعوبه مثل الدهون واللحوم اذ تحتاج الى ٣-٤ ساعات قبل المسابقه كي تهضم .

- تجنب المشروبات الغازيه والتي تحتاج الى ٣٠ دقيقه كي تهضم .

- الامتناع عن الاغذيه المالحة لانها تسبب العطش وتناول كميات كبيره من السوائل , مما يؤثر على الجهاز البولي ويرهقه

- الامتناع عن المنبهات مثل الشاي والقهوه , كذلك المواد الغذائيه التي تسبب الغازات ,

- الامتناع عن المشروبات الروحيه كذلك يمنع التدخين لكونهما يؤثران سلبيا على النشاط الرياضي .

## تغذية الرياضى يوم السباق

- يجب تناول الاغذية المعتاده في يوم السباق مع مراعاة نوع التغذية بحسب الوقت الذي تستغرقه المباراة وشدة الجهد المبذول فيها , وملاحظة تغيير النسب الغذائية (مصادر الغذاء) حسب شدة الجهد ونوع اللعبه واحتياجها من السرعات الحراريه بما يغطي الجهد الى نهايته

- يجب ان توفر التغذية الطاقه اللازمه لتغطية متطلبات الفعاليه او النشاط الرياضى الممارس , حيث لاتؤدي الى التعب السريع بسبب نقص الطاقه لذا يجب ان تحتوي على

كميات من البروتينات النباتي والحليب ومنتجاته والكربوهيدرات .  
- ان يكون الطعام المتناول سهل الهضم والتي لاتحمل المعده والامعاء والاكتار من الفواكه والخضروات للحصول على كميات كافيه من الفيتامينات والاكتار من استخدام السوائل الغنيه بالفيتامينات والكلورين .- يجب ان يكون تناول اخر وجبه قبل ٣-٤ ساعه من وقت المباراة وذلك لكي يحصل الجهاز العضلي على كميته اكبر من الدم.

- عدد الوجبات الغذائيه ٣-٥ وجبات يوميا مع الحفاظ على عدد السرعات الحراريه الكليه اللازمه لنوع النشاط الممارس.

- الفعاليات ذات الفتره الزمنيه القصيره لاتحتاج الى تغذيه خلال السباق مثل الجري لمسافة ١٠٠ متر.

- الفعاليات التي تستغرق وقتا طويلا مثل الماراثون وسباق الدراجات وغيرها , فيفضل المحافظه على مستوى معين من السكر, لذلك يجب اخذ السكر السائل في الفعاليات التي تستغرق اكثر من ساعه , كذلك يجب تعويض السوائل المفقوده اثناء التعرق ويجب ان لاتتعدى الكميته المأخوذه من السوائل عن ٨٠٠ مللتر لتجنب التأثيرات السلبيه على الانجاز .

- تناول قليل من الدهون كذلك ان تحتوي على الاملاح والفيتامينات التي تناسب شدة الجهد والفتره الزمنيه التي يستغرقها . ويجب تناول نوعيه الطعام من ناحية الكيف الكم وعدم الاكتار لكي لايسبب اجهادات على القلب والجهاز الهضمي . تتوقف كميته الغذاء المتناوله على عدد السرعات الحراريه المفقوده اثناء الجهد .

## تغذية الرياضي بعد الجهد

يبدل الرياضي جهدا كبيرا اثناء السباق ويستهلك الكثير من طاقته , اضافة الى هدم الكثير من الخلايا الجسميه التي تستوجب تعويض , لذلك لابد من توفير التغذية اللازمه للاسراع في عملية البناء هذه لذا يجب :

- زيادة نسبة البروتينات والدهون لانها تدخل في بناء الخلايا العضليه والعصبيه حيث تكتسب اهميتها كونها مصدر غني للطاقة وتساهم مع الكربوهيدرات بنسبة ٨٠/ من كمية السعرات الحراريه .  
-تناول كميات كافيه من الفيتامينات السوائل والاملاح المعدنيه ويجب تناولها بعد ١- ٢ ساعه على الاقل بعد السباق لسلامة عملية الهضم .  
- الابتعاد عن الاغذية المثلجه ,

يمكن الرياضي من تناول بعض الاغذيه سهله الهضم كالمواد الغذائيه السائله بعد دقائق من السباق لموازنة السكر في الدم , وفي حالة تكرار الفعاليات في اليوم التالي لابد من تعويض المواد الغذائيه المخزونه في العضلات لاعادة استخدامها مرة اخرى . كما يحتاج الرياضي الى مده كافيه من النوم (٩-١٠) ساعات لتعويض الجسم وتوفير الطاقة اللازمه .

يجب ان يلتزم الرياضي بالتغذيه الصحيه بعد انتهاء السباق , وذلك من اجل بناء جسمه بالشكل الصحيح وتحقيق الانجازات الرياضيه العاليه , وان يقلل السعرات الحراريه بشكل نسبي نتيجة انخفاض الجهد المبذول .



## المبحث الثاني

### سوائل الجسم والألكترولائيت body fluid ELECTROLYTES

#### السوائل الجسمية body fluids

تشكل السوائل الجسمية نسبة (٦٠ - ٧٠ %) من وزن الجسم , وتوجد في داخل الخلايا وخارج الخلايا (وما بين الخلايا) حيث يوجد بلازما الدم (٣) لتر وما بين الخلايا (١٠,٥) لتر وسوائل أخرى ٠,٥ (لتر) أهمها السائل الشوكي وسائل كرة العين وفي الامعاء وفي اماكن اخرى في الجسم.:

تشمل السوائل الجسمية :

#### اولا - السائل الخلوي Enteracellular Fluid

هي السوائل الموجودة داخل خلايا الانسجة وتشكل ٤٥% من وزن الجسم

#### ثانيا - السائل اللاخلوي extracellular fluid

يشتمل على جميع السوائل الموجودة خارج خلايا الانسجة سواء كان داخل الأوعية الدموية أو اللمفية أو فى المسافات البينية الموجودة بين الخلايا الجسمية .

ويشمل:

- السائل البيني **interstitial fluid**

- السائل الوعائى **intera vascular fluid**

وينقسم الى :

- بلازما الدم **blood plasma**

وتشكل ٥٠% من وزن الجسم , وتحتوي هذه السوائل على البروتين وغيره من العناصر السهلة النفاذ من خلال جدران الخلايا .

- السوائل المعوية **Intestinal fluid**

وتمثل ١٥% من وزن الجسم , ويقل تركيز البروتينات فيها عن بروتينات البلازما

وكذلك تشمل السوائل خارج الخلية



## - سائل اللمف Lymph والإفرازات الغدية Glandular Secretion القنوية واللاقنوية . الماء water

يعد الماء اهم المواد غير العضويه واكثرها وجودا في الجسم .حيث يكون الماء اعلى نسبه بين مكونات الجسم وتتجلى اهميته في تركيب ووظائف جميع الانسجة الجسميه , والماء لازم لجميع انواع العمليات في الجسم ويمثل الاحتياج الثاني بعد الهواء لايمكن الاستغناء عنه الا اياماً معدودة . ويعتبر فقد ١٠% من محتوى الجسم من الماء امراً خطيراً ولكن عند ٢٠% فقد مائي من الجسم يتحقق الموت .

تزيد نسبه الماء عن ٧٠% من وزن معظم الانسجة, وتحتوي جميع انسجة الجسم على الماء ولكن كميته تتباين من نسيج الى اخر فتحتوي خلايا الدم الحمراء على ٦٠% ماء و ٨٠% في الخلايا العضليه و ٩٢% في بلازما الدم ونسيج الاسنان على حد أقصى ٥%. في حين يحتوي النسيج الدهني والنسيج العظمي على ٢٥% , علما ان نصف كمية الماء الكلي في الجسم يوجد في العضلات التي تكون ٣/١ وزن الجسم .. اما العظام فتحتوي على ٣/١ ووزنها ماء , وتزداد نسبة الماء في الانسجة الليفية على الانسجة الدهنية ولذا يتكون جسم الرجل من كمية ماء اعلى من المرأة وذلك لقله نسيج الدهني الاخزاني نسبياً في جسمه مقارنة بالمرأة .

تحتوي الأنسجة الشحمية على كمية أقل من الماء نسبة الى الأنسجة الجسميه الأخرى باستثناء العظام لأنها تحتوى على المواد الدهنية بدل الماء , لذلك فان نسبة الماء في النسيج أو في الجسم كله تعتمد على نسبة المواد الدهنية الموجودة فيها , لذلك لايمكن أن يعبر عن كمية الماء الكلية للجسم بشكل نسبة مئوية من وزن الجسم ما لم تذكر النسبة التكوينية للشحوم في الجسم .

تشكل نسبة الشحوم عند الرجال حوالى ١٤% من وزن الجسم أما عند النساء ١٨% من وزن الجسم لذا عند حساب كمية الماء في الجسم يجب طرح وزن الشحوم في الجسم من الوزن الكلى .

الوزن الكلى – وزن الشحوم = وزن الجسم بدون شحوم  
وتحتسب كمية الماء كنسبة مئوية من وزن الجسم بدون شحوم .

## وظائف الماء

- الماء هو الوسط والمكون الذي تنتقل وتتحرك خلاله جميع سوائل الجسم بما فيها العصارات (juices digestive) وسوائل اللمف Lymph نسيج الدم و الافراز البولي urine و التنفس الزفير perspiration .

- الماء هو الوسط والسائل الوحيد المتعادل الحموضة والذي لايتفاعل او يتحد مع مكونات الجسم , ويتيح الفرصة لجميع العمليات والتغيرات الفسيوكيميائية التي تحدث في خلايا الجسم ان تتم .

- يدخل الماء في كثير من التفاعلات الأساسية مثل عملية التحلل المائي hydrolysis التي تحدث في الهضم digestion كذلك في العمليات التأكسد والأختزال oxidation- Reduction ويمثل الماء أحد النواتج في عمليات أكسدة الجلوكوز .

- الماء وسط مذيب solvent لجميع المواد المهضومة , اذ يعمل الماء على اذابه عدد كبير من المواد القابلة للذوبان ويعمل وسطا معلقا للبعض الاخر – فالماء في الدم يشكل سائلا يذوب فيه الاوكسجين وكذلك يذوب ثاني اوكسيد الكربون فيه ويكون معها محلولاً solution يستطيع الأنتقال خلال جدار خلايا الأمتصاص في القناة الهضمية ومنها الى الدم , كما انه مذيب للمواد الإخراجية بصورة تتيح للجسم فرصة التخلص من مخلفات الهضم والسموم عن طريق الكلى والرئتين والجلد – والقناة الهضمية .وكوسط معلق فأن الماء يساهم في حمل بعض المواد الكيميائية ويقربها من مواد اخرى وبالتالي يساهم في اجراء التفاعل .

- يحدث تغييرات حرارية كبيرة في التكوين الحراري للجسم (لكون سعته الحرارية عالية) و لكنه يحدث تغيير طفيف في درجة حرارة الجسم (فقدان كمية الماء مع العرق المتبخر ) تعنى فقدان حرارة الجسم , وينظم الماء درجة الحرارة الجسم عن طريق توزيع الحرارة الناتجة من تقا علات الخلايا على جميع اجزاء الجسم – ويفقد الإنسان ٢٥% من حرارة الجسم عن طريق التبخر evaporation من الرئتين والجلد لذلك فهو يساهم في ثبات درجة حراره للجسم وذلك بفضل الروابط الهايدروجينية الكثيره التي تربط جزيئات الماء. ويمثل كل (

١ ) لتر ماء مفقود في التنفس فقد حراري عبارة عن ٦٠٠ كالوري وعند زيادة درجة حرارة الجسم فان الهيبوتالامس hypothalamus فى المخ ينشط عملية افراز العرق ويزداد التبخر evaporation فيزداد الفقد حراري .

- **يعمل الماء كملين أو مانع للأحتكاك lubricant لكثير من العمليات الحيوية** في الجسم حيث يدخل فى تكوين اللعاب the saliva الذى يسهل بلع swallowing الطعام ، كذلك يدخل فى تكوين افراز الجداري secrtyions mucous للقناة الهضمية والقنوات التنفسية والقنوات التكاثرية genitourinary tracts وكذلك السوائل التى تمر بمفاصل الجسم .

- **يحمل عدد كبير من المواد كالدھون والمواد الذائبة فيها** , ويرتبط كل (١,٠) جرام من الدهن بـ (٢,٠) جم ماء , ويحتوي كل (١) جرام من البروتين ( ٤,٠ ) جرام ماء وفى نسيج العظام يتواجد الماء بصورة اكثر ارتباطاً , ولكن اغلب الانسجة يحدث تبادل ثابت بين السوائل الموجودة داخل الخلية والخارجية للمحافظة على مستوى الضغط الاسموزى لسوائل للجسم .

### مصادر الماء فى الجسم الانسان Sources water to the body

- شرب الماء والمشروبات .
- الماء الموجود فى تكوين الاغذية
- الماء الناتج عن أكسدة المواد الغذائية فى الجسم .
- عند تأكسد ١٠٠ جم من الدهن ينتج ١٠٧ مللتر ماء. وعند تأكسد ١٠٠ جم كاربوهيدرات ٥٦ مللتر ماء .
- يفقد الانسان كمية اكثر من الماء اذا كانت وجبته تحتوي على قدر كبير من الدهن, وبالتالي فان احتراق وجبة تحتوي على ٢١٠٠ سعره مكونة من ٨٠ جم بروتين , ٩٠ جم دهن , ٢٢٠ جم نشويات ينتج عنها ٢٥٠ مللتر ماء .

## الميزان المائى WATER BALANCE

الميزان المائى يعنى ان يكون مجموع ما يحصل عليه الجسم من الماء من موارده المختلفه مساوياً لما يفقده حتى يحيا الانسان حياة صحية طبيعية .

هو حالة التوازن فى توزيع السوائل الجسمية ضمن مجالاتها المختلفة فى الجسم أى توزيع السوائل الجسمية الخلوية و اللاخلوية بصورة متوافقة .

تحقيق هذا التوازن يساعد على أحتفاظ خلايا الجسم و أنسجتها بما يلزمها من كميات الماء و استمرار فعاليتها الحيوية و وظائفها الفسيولوجية , يتمثل الميزان المائى بالتعادل بين المقدار الكلى للماء الذى يكسبه الجسم و الماء الذى يفقده .

يتم اكتساب الماء بوسائل منها :

- شرب الماء
- تناول المأكولات السائلة والمأكولات الحاوية على الماء كالفاكهة والخضروات .
- تحرير الماء بواسطة التفاعلات التأكسدية فى أنسجة الجسم , جدول (٥).

أما فقدان الماء فيتم عن طريق

- الأدرار
- الغائط
- التبخير عن طريق الجلد (العرق)
- التبخر الرئوى (التنفس), جدول (٦).

طرق الأكتساب	الاكتساب	الأكتساب
الأكتساب	الالزامى	الاحتياطي
شرب الماء	٦٥٠	١٠٠٠
التأكسد	٣٥٠	-
و سائل أخرى	٧٥٠	-
المجموع	١٧٥٠	١٠٠٠
المجموع الكلى	٢٧٥٠	

جدول رقم ( ٥ ) يبين الماء المكتسب سم ٣ / ٢٤ ساعة

طريقة الفقدان	الفقدان	الفقدان
طريقة الفقدان	الالزامى	الاحتياطي
الادرار	٧٠٠	١٠٠٠
الجلد	٥٠٠	-
الراتان	٤٠٠	-
الغائط	١٥٠	-
المجموع	١٧٥٠	١٠٠٠
المجموع الكلى	٢٧٥٠	

## جدول رقم ( ٦ ) يبين كمية الماء المفقود سم ٣ / ٢٤ ساعة

يكون الميزان المائي في الجسم موجب عندما يكون الكسب المائي أكثر من فقدان المائي أما عكس ذلك فيكون الميزان سالب أى عندما يكون الفقدان المائي أكثر من الكسب المائي.

يمكن الاحتفاظ بالميزان المائي عن طريق شرب كميات كافية من الماء تقدر ( ٦٥٠ ) سم ٣ يوميا اضافة الى الكميات الداخلة للجسم عن طريق الأطعمة , والأخرى الناتجة عن التمثيل الغذائي .

يقابل ذلك فقدان الماء عن طريق الأدرار بواسطة الكليتين (من ٥٠٠ الى ٧٠٠ ) سم ٣ حجم الطرح الحتمي للادرار ( OBLIGATORY URINE OUTPUT ) كذلك الغائط ( ١٠٠ سم مكعب و ٣٠٠ سم مكعب ) و هذا الفقدان المائي عادة لا يرافقه فقدان الالكترولايت , ولكن يفقد الالكترولايت مع الأدرار , وبواسطة الجلد مع العرق (أى يفقد حوالى ( ٦٠٠ ) سم ٣ يوميا من الماء عن طريق الأدرار فقط بينما يفقد ( ٩٠٠ ) سم ٣ يوميا بواسطة الجلد و الرئتين و الغائط , وهذا يعني أن مجموع ما يفقده الجسم من الماء فى اليوم الواحد حوالى ( ١٥٠٠ ) سم ٣ وهذا يعادل حوالى ( ٤% ) من المجموع الكلى للماء الموجود فى الجسم .

لذا يجب أن يكون الحد الأدنى لحجم الماء المكتسب في اليوم الواحد يساوى ( ١٥٠٠ ) سم ٣ مطروحا منه حجم الماء الذى يتوقع أن تحرره بعض الفعاليات التأكسدية فى الجسم .

في حالة عدم توازن السوائل يؤكد ذلك على وجود مرض وتختلف هذه النسب المشار اليها اعلاه في حالتها الراحة والجهد حيث تزداد كمية السوائل الخارجة أثناء الجهد بنسبة كبيرة هذا ما أيدته الأبحاث في هذا الخصوص و يجب تعويض النقص و خاصة في الحالات التالية :

- الرياضات طويلة الأمد (الماراثون).
- ممارسة الجهد في الأجواء الحارة .

ويجب تلافي هذه الحالة قبل ان يتعرض الرياضي الي حالة التيبس  
(Dehydration)

### انتقال السوائل في أنسجة الجسم

ان السوائل الجسمية التي تمتصها الأوعية الدموية من الجهاز الهضمي تنقل و توزع على أنسجة الجسم بحيث تحدث توازن مائي في الأنسجة المختلفة , ولكن هذه السوائل لا تنتقل من الأوعية الدموية الى خلايا الأنسجة مباشرة الا من خلال (الكبد و الطحال) اذ يحصل تماس مباشر بين الشعيرات الدموية و خلايا الأنسجة لهذين العضوين فتنقل سوائل الدم الى الخلايا مباشرة . أما في الأنسجة الأخرى فيعمل السائل البيئي بدور الوسيط لنقل السوائل بين الدم و الخلايا الجسمية و احداث التوازن المائي . ان جميع خلايا الجسم محاطة بسائل بيئي تسبح فيه وينقل اليها السوائل ( من الدم ) اللازمة لادامتها بشكل طبيعي وبنفس الوقت يقوم السائل البيئي بنقل السوائل من الخلايا الى الدم ثانيه وبهذا الفعل المعاكس يحصل التوازن المائي .

ان انتقال السوائل في الجسم من مجال الى آخر يتم عن طريق **التنافذ و النضوح** عبر الأغشية الخلوية و النسيجية , وان جدار الخلية تام النضوح بالنسبة للماء حيث يسمح بمروره بحرية مطلقة ولكنه أقل نضوحا بالنسبة للألكتروللايت الموجودة في السوائل النسيجية ويتضح ذلك في ظاهرة ارتفاع أيونات الصوديوم في السوائل النسيجية خارج الخلايا و ارتفاع أيونات البوتاسيوم داخل الخلايا . وجدار الخلية عديم النضوح بالنسبة للبروتينات .

### الضغط الأزموزي وتوازن السوائل

يفقد الماء عن طريق الرنتين والجلد والادرار و التغوط وفقدانه لا يكون مصحوبا بفقدان الأملاح بكميات متوافقة مع كميات الماء المفقودة لذا تحصل زيادة في تركيز الأملاح في السوائل اللاخلويه في الجسم و تسبب زيادة الضغط الأزموزي للسائل اللاخلوي ( Hypertonic Solution ) عندئذ سيسحب الماء من داخل الخلايا الى المجال

اللاخلوى فيعيد السائل اللاخلوى الى مقداره الطبيعى , أى أن حجم السائل اللاخلوى لن يتغير فى هذه الحالة وانما يقل السائل الخلوى فيحصل الجفاف والانكماش فى خلايا الجسم وباستمرار هذه الحالة فى لفته طويله بسبب ارتفاع الضغط الأزموزى لسوائل الجسم .

وفى حاله تناول كميات كبيره من الماء وعدم اخذ الاملاح ينخفض الضغط الأزموزى للسائل اللاخلوى (Hyposolution) لان فقدان الالكتروللايت يستمر بواسطه الادرار والجلد (التعرق) لذلك لا يحصل نقص فى كميته السائل الخلوى , ولا يحدث الانكماش والجفاف فى هذه الحالة تقوم الكليتين بافراز ادرار مجفف جدا محاوله لرفع الضغط الأزموزى المنخفض واعادته الى حاله الطبيعى , ولهذا ينخفض حجم السائل اللاخلوى ويعود الى حالته الطبيعى ولكن ذلك بسبب قله حجم البلازما وزياده تركيز كريات الدم الحمراء ( Haemo conactration) حيث يزداد عدد كريات الدم الحمراء فى البلازما ويسبب لزوجه الدم ( Blood viscosity) وعادة نقص السوائل فى حجم البلازما اقل من النقص الذى يحصل فى حجم السائل اللاخلوى (بسبب الضغط الأزموزى للبروتينات الموجوده فى سائل البلازما) .

ان نقص البلازما يعنى نقصان حجم الدم الكلى لذلك فان نقص الأملاح يجب أن يعوض لأن الدورة الدمويه لا تكون طبيعىة ولا تجهز الأجهزة الجسمية و الأعضاء الحيويه و المراكز التى تسيطر عليها بكفايتها بسبب نقص الدم الكلى و لزوجه الدم .

لذا تظهر أهمية الماء بالمقارنة مع الأملاح اذ أن ادامة الحجم الطبيعى للدم و حفظه ثابتا يخضع لقاعدة الضغط الأزموزى وتوازن السوائل . و تحصل حركة السوائل عبر الاغشيه الى المسافات البينية للانسجه بسهولة بسبب الأختلاف بين الضغوط الأوزموزية لكى يبقى حجم الدم طبيعى .

أن السوائل التى تطرح خارج الجسم بواسطه الجلد (العرق)مصدرها بلازما الدم و بذلك تزيد من تركيز بروتينات البلازما وتحصل حركة مرور السوائل البينية الى الدم لتعويض النقص الحاصل لأعادة الحالة الطبيعىة لحجم الدم .

**الحفاظ على محتوى ثابت من الماء فى الجسم**



تفقد كميات كبيرة من الماء عن طريق الرئتين على شكل بخار الماء مع هواء الزفير , وعن طريق الجلد اما بالتبخير او على شكل افراز ( العرق ) وتفقد الماء عن طريق الكليتين على شكل ادرار , كما تفقد الماء مع البراز . وجميع هذه الكميات متغيرة ولعل اكثرها تغيراً هو كمية الماء المفقودة عن طريق الجلد . ولكن كمية الماء التي تفقد عن طريق الكليتين على شكل ادرار هي الطريقة الرئيسية التي يحافظ بها الجسم على محتوى ثابت من الماء , ومن البديهي انه لكي نحافظ على مستوى ثابت للماء في الجسم لابد من تعويض مايفقد من الماء عن طريق الرئتين والجلد والكليتين والامعاء .

وتعتبر اليوريا urea (البولينا) و كلوريد الصوديوم المواد الصلبة الأساسية التي تخرج من البول , وعند قلة افرازهما يقل تكوين اليوريا , وبالتالي يقل خروج الماء من الجسم .

فقدان الماء عن طريق سطح الجلد تتوقف كميته على مساحة سطح الجلد , وتزداد مساحة سطح الجلد بالنسبة للوزن في الاطفال عن الكبار الأمر الذي يعرض الطفل لفقد مائي كبير عن طريق الجلد .

### تعويض السوائل في الانشطة الرياضية

- تناول كميات من السوائل بشكل متقطع قبل السباق في الالعاب التي تستغرق زمناً طويلاً .

- في المنافسات غير الطويلة يتم التعويض بعد إتمام المنافسة مع ملاحظة تبريد الماء قبل شربه لأهميته بالنسبة للجسم .

ومما سبق يتبين ان وظائف الجسم تعتمد على التوازن بين السوائل و الأملاح و لكن حاجة الجسم للأملاح أقل و يفقد في الغالب عنصر الصوديوم و الكلوريد و لكن فقدان السوائل يكون أكثر بالنسبة للسوائل الموجودة خارج الخلايا .

### التبادل بين السائل داخل الخلايا والسائل البيني :

يخترق الماء الغشاء اللازمي حسب قوانين الازموزية أي ينتقل من المحلول ذو التركيز الواطيء إلى المحلول ذو التركيز العالي .

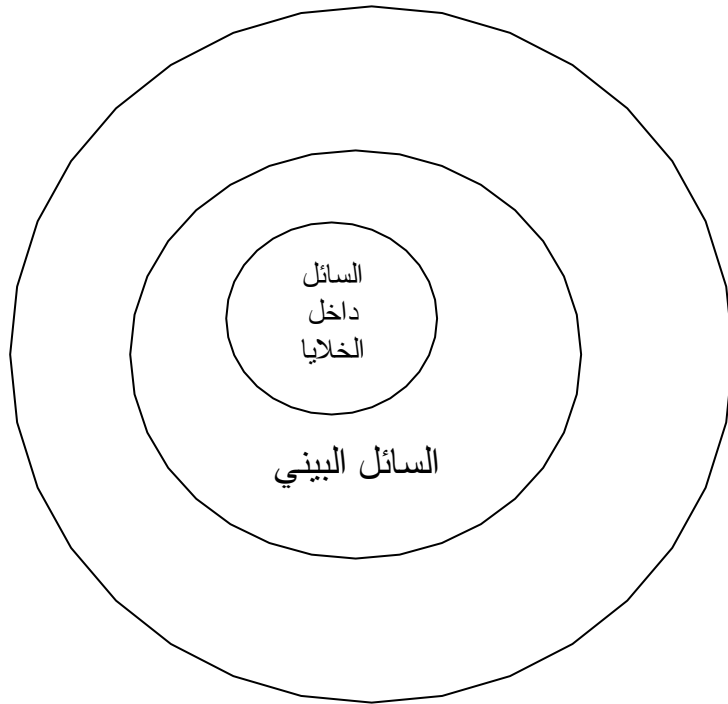
ان التبادل مستمر بين السوائل خارج الخلية وداخلها والعوامل المساعدة على ذلك مايتي :-

- الانتشار البسيط

بسبب فرق التركيز أو الجهد الكهربائي , تنتقل المواد من الجانب ذو التركيز العالي إلى الجانب ذو التركيز الواطيء .

- النقل الفعال

يحتاج النقل الفعال إلى صرف طاقة ويسمح بنقل المواد عند فرق التركيز أو ضد الجهد الكهربائي , إضافة إلى فرق الجهد الكهربائي - الكيميائي ، مثل المركبات العضوية ذات الأوزان الجزئية الواطئة تخترق غشاء الخلية بالانتشار البسيط والنقل الفعال , شكل (٤١)



شكل رقم (٤١) يبين التبادل بين السوائل الجسمية

## الأيونات والأيونات **ELECTROLYTES**

الأيونات والأيونات هي مواد متأينة دائما و تحمل شحنات كهربائية موجبة أو سالبة و محاليلها المائية موصلة للكهربائية وموجودة في الماء على شكل محاليل .

الأيونات والأيونات الذي يحمل الشحنة السالبة يطلق عليه أيون موجب الأستقطاب CATION مثل الكلور (CL-) (PO4-) والبروتين وغيرها لأن جميعها تتجه نحو القطب الموجب أثناء عملية الأستقطاب عند مرور تيار كهربائي في محاليلها المائية .

أما الأيونات والأيونات الذي يحمل الشحنة الموجبة فيطلق عليه الأيون السالب الأستقطاب (ANIONS) مثل الصوديوم (NA+) و البوتاسيوم (K+) و المغنيسيوم ++MG. أيونات الأيونات والأيونات تستطيع أحداث ضغط أوزموزي كبير بقدر ( ٢٨٥ ) وحدة أوزموزية / لتر في السوائل الجسمية .

و من الجدير بالذكر أن القدرة الأوزموزية للسوائل الوعائية و السوائل الخلوية أكبر منها في السوائل البينية في الجسم (لذا تؤثر الأيونات والأيونات في حفظ التوازن المائي في الجسم) , وتعزى القدرة الأوزموزية للسوائل الوعائية الى المواد البروتينية الموجودة في بلازما الدم و تقدر ب (٢٠) وحدة / لتر , بينما القدرة الأوزموزية للسوائل الخلوية ترجع الى وجود الأيونات التي تحمل أكثر من شحنة الفوسفات و كذلك البروتين . تعمل الأيونات والأيونات على حفظ التوازن الكهربائي للجسم بادامة التعادل بين الأيونات الأيونات السالبة و الموجبة الأستقطاب .

يوجد الصوديوم ( موجب الشحنة سالب الأستقطاب ) في السوائل اللاخلوية و الكلورايد ( سالب الشحنة موجب الأستقطاب ) أما السائل اللاخلوي (السائل الوعائي و البيني ) اللذان يتشابهان تقريبا بالتركيب

عدا احتواء السائل البينى على بعض البروتين , بينما السائل الوعائي يحوي على كميات كبيرة من البروتين ( ٧ جرام / ١٠ اسم مكعب ) أما الألكتروللايت (موجبة الشحنة السالبة الأستقطاب) الموجودة فى السائل الخلوى هى البوتاسيوم (K+) و المغنيسيوم (MG++) بينما الألكتروللايت (سالبة الشحنة موجبة الأستقطاب) هى الفوسفيت العضوى (BO4---) و البروتين .

أن الصوديوم و البوتاسيوم يدخلان فى تركيب العظام وبينيان فيه . وأن ٣/٢ من الصوديوم الموجود فى الجسم يدخل فى تركيب العظام و يدعى بالصوديوم الثابت (FIXED SODIUM) أما الثلث المتبقى قابل للأستبدال EXCHANGEABLE SODIUM يوجد فى الجسم و يدخل فى تركيب العظام تارة و يتركها اخرى . أما البوتاسيوم جميع كمياته الموجوده فى الجسم تكون قابلة للأستبدال باستثناء جزء قليل ثابت فى العظم .

وفي ادناه جدول (٧) يبين مقدار الصوديوم و البوتاسيوم فى الجسم .

مقداره فى الجسم		العنصر
الثابت	الفلق	
٩٠ جرام	٨٥%	الصوديوم ١٥%
١٣٥ جرام	٩٥%	البوتاسيوم ٥%

جدول رقم ( ٧ ) يبين مقدار الصوديوم و البوتاسيوم فى الجسم

## الفصل السابع

الطاقة وأنظمتها (Energy – system)

### المبحث الاول

#### الطاقة Energy

اشكال الطاقة

الايض Metabolism

عملية الهضم والامتصاص

كيف يتم حساب الطاقة

العوامل التي تحدد مجموع الطاقة التي يحتاجها الجسم

معدل التمثيل الغذائي الاساسي Basal Metabolic Rate

العوامل التي تؤثر على التمثيل الغذائي

ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)

ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP) والطاقة

وظائف ثلاثي فوسفات الأدينوسين ATP

كيف يتم الحصول على الطاقة من ATP

### المبحث الثاني

#### أنظمة الطاقة (Energy – system)

اولا - النظام اللاواوكسجيني اللاهوائي Anaerobic system

- النظام الفوسفاتي اللاهوائي ATP - CP - phosphatase-

system

مميزات النظام اللاهوائي الفوسفاتي :

- نظام حامض اللاكتيك اللاهوائي L.A lactic acid system

مميزات نظام حامض اللاكتيك ( النظام اللاهوائي )  
النقص الأوكسجيني والدين الأوكسجيني  
انواع الدين الأوكسجيني  
انواع القدرات اللاهوائية  
- القدره اللاهوائية القصوى  
- السعه اللاهوائية  
التحميل اللاهوائي وطرق تأخير التعب  
عوامل الانتاجيه اللاهوائية  
ثانيا - النظام الأوكسجيني الهوائي  $O_2$  aerobic system  
مصادر الطاقه في النظام الهوائي  
النظام الهوائي والانشطه الرياضيه  
العوامل التي تؤثر سلبيا على استمرار النظام الهوائي  
مميزات النظام الهوائي  
القابليه القصوى لاستهلاك الأوكسجين  $VO_2MAX$   
التداخل بين نظم إنتاج الطاقه  
اسهامات نظم الطاقه خلال زمن الاداء  
توازن الطاقه  
تعويض مصادر الطاقه



## المبحث الاول **الطاقة Energy** الطاقة Energy

الطاقة هي قدره او القابليه على انجاز عمل ما وهي القوة او الاستطاعة للقيام بشغل معين وترتبط بالحركة الميكانيكية وقدرة الفرد على الحركة . أن أساس الطاقة في الكون هي الشمس , إذ تعطي طاقة ضوئية وحرارية وكهرومغناطيسية وغيرها من أنواع وأشكال الطاقة , وتنتشر هذه الطاقة في الفضاء وأثناء انتشارها في الأرض تقوم النباتات بتحويلها الى الطاقة الكيميائية مخزونة على شكل كاربوهيدرات وبروتينات ودهون بمساعدة مادة الكلوروفيل وثاني أكسيد الكربون ومواد عضوية وغير عضوية من التربة والماء , ويتم ذلك بطريقة معقدة تسمى (التمثيل الضوئي) . والطاقة موجوده في الكون وعند كل كائن حي , تحتاجها جميع المخلوقات حتى تتمكن من الاستمرار في الحياة .

يجب الحصول على الطاقة مهما كان الهدف (الحركة والتنقل والفعاليات الحيويه) والطاقة كالماده لاتفنى ولاتستحدث ولكن توجد في الكون على أشكال عدة يمكن تحويلها من شكل الى اخر وان ابسط انواع تشكيلها في فك الاواصر الذي يكون دائما ابسط من تشكيلها . ترتبط المركبات الكيميائية فيما بينها بأواصر مختلفة وإن عملية الارتباط هذه تحتاج إلى طاقة لكي تحدث فإذا ما انفصلت هذه الأواصر فإنها تطلق طاقتها المخزونة ، وتختلف هذه المركبات في كمية الطاقة التي تبعثها عن انفصال تلك الأواصر.

### اشكال الطاقة



- الطاقة الكهربائية . elctric energy
- الطاقة الميكانيكية . mechanical energy
- الطاقة الكيميائية . chemical energy
- الطاقة الحرارية . heat energy
- الطاقة الضوئية . light energy
- الطاقة النووية . nuclear energy
- أشكال الطاقة اخرى .

في الكائنات الحية وفي المجال الرياضي الذي يهمننا بالدرجة الأساس هي الطاقة الكيميائية والتي ينتج عنها الطاقة الميكانيكية ( الحركية ) اثناء العمل العضلي اللازمة في مختلف الفعاليات الرياضية .

### الايض ( Metabolism )

الخلية الحية نشطه جدا تجرى فيها عدة عمليات كيميائية الضرورية لبقائها , وتشمل هذه العمليات تفاعلات كيميائه وتتنضبط كل منها بواسطة مواد بروتينية محدد ( الانزيمات ) وتعتمد على مصدر طاقه خلوي .

والايض هو التغيرات الكيميائية او الاستجابات التي تحدث في الجسم اثناء انتاج الطاقه للشغل او العمل . او هو مجمل التفاعلات الكيميائية في الخلايا .

ان الطعام لا يستخدم بشكل مباشر في انتاج الطاقه في خلايا الجسم وانما تتحدث تجزئته الى مكونات كيميائيه تكون المصدر المباشر في انتاج الطاقه ( ATP )

لذلك فان الايض يعني التحولات التي تحدث لعناصر الغذاء الاوليه المختلفه بعد امتصاصها من القناة الهضميه الى الدم الى ان تتأكسد داخل الخلايا لتعطينا الطاقه او الحراره التي يحتاجها الجسم لبناء مادته والحفاظ على الحياة .

ويشمل الايض عمليتين متعاكستين تجريان في ان واحد هما ( البناء والهدم )

### -البناء Anabolism-

هي عملية تصنيع او تخليق المركبات الكيمياوية المعقدة ( الكبيره )  
اللازمه لنمو الخليه وصيانتها من مركبات بسيطه ( صغيره ) ويتم  
ذلك بعملية كيميائية تدعى التصنيع بأزالة الماء وهي تحتاج الى  
طاقة .

التحول الذي يحدث لعناصر الغذاء البسيطه التركيب الى مواد معقدة  
تدخل في تركيب الجسم مثل :

تحول سكر الكلوكوز الى كلاكوجين يخزن في الجسم وفي هذه العملية  
ترتبط السكريات الاحادية ببعضها لتكوين سلسله معقدة وخلال ذلك يتم  
ازالة مجموعة OH من سكر احادي وذرة H من سكر احادي اخر  
وتتحد OH مع H لتكوين جزيء الماء ويرتبط السكران الاحاديان  
ببعضهما بواسطة ذرة اوكسجين ,

كذلك تحول الاحماض الدهنيه والكلسول بطريقه مشابهه الى دهون  
تخزن تحت الجلد في مناطق مختلفه من الجسم ولكن يختلف عدد  
مجموعات OH و H المزاله ( تزال ثلاث مجموعات )

كذلك تحول الاحماض الامينية الى مواد بروتينية تضاف الى بروتين  
الجسم . وتجري عملية البناء في جميع خلايا الجسم عدا الخلايا  
العصبية التي لا يحصل فيها تجدد .

تصنيع بأزالة الماء

سكر ثنائي + ماء ----- سكر احادي + سكر احادي

### - الهدم Catabolism

هو عملية تفكك او تحطيم المركبات الغذائية المعقدة التركيب الى صور  
بسيطه وتتم هذه العملية بواسطة التحلل المائي hydrolysis )  
بأضافة الماء) وهي تطلق الطاقة .

مثل التحلل الكيمياوي للدهون والكربوهيدرات لانتاج الطاقة .حيث  
يتحول الكلوكوز والاحماض الدهنيه والامينيه الى طاقة وماء  
وثاني اوكسيد الكربون .

تحلل بالماء

سكر احادي + سكر احادي ----- ماء + سكر ثنائي

تقوم خلايا الجسم بعمليات ايض متخصصة لكنها تقوم بعمليات ايض اساسيه مشتركة مثل بناء وهدم الكربوهيدرات والدهون والبروتينات , وتساعد الانزيمات ( وهي بروتينات تحفز التفاعلات الكيميائية حيث تخفف الطاقه اللازمه لبدء التفاعلات وتعمل على تسارع التفاعلات الكيميائيه , ولاتغيير اثنائها ويعمل كل انزيم على ماده خاضعه له حيث توجد مئات الانزيمات في كل خليه ) .  
ان زيادة عملية البناء تسبب زيادة وزن الجسم وزيادة عملية الهدم تنقص وزن الجسم وأذا تساوت العمليتان يبقى وزن الجسم ثابتا .

### عملية الهضم والامتصاص

هي عملية تحويل الطعام وعناصره الى جزيئات صغيره لامتناسه وطرده الجزء غير المهضوم خارجا .  
اما الامتناس فهو عملية تحويل المواد الغذائيه المعقدة التركيب الى مواد بسيطة التركيب ليستفاد منها الجسم في فعالياته المختلفه :  
مثل تحويل الكربوهيدرات الى سكر الكوكوز وتحويل المواد الدهنيه الى احماض دهنيه و البروتينات الى الاحماض الامينيه , وتمر هذه النواتج من خلال خمالات الامعاء الدقيقة الى الدم ثم الى الكبد الذي ينظم حاجة الجسم منها وينقيها من السموم .

### كيف يتم حساب الطاقه

يقاس مقدار الطاقه بالسعره الحراريه **Calore** وتعرف عل انها كمية الحراره اللازمه لرفع درجة حرارة ١ غم (ملتر واحد ) من الماء درجه مئوية واحده .وهي وحده صغيره لذا يستعاض عنها بالكيلو سعره **Kilo Calore** والتي تساوي ١٠٠٠ سعره وتعرف على انه كمية الحراره اللازمه لرفع درجة حرارة لتر واحد من الماء درجه مئوية واحده وتقاس الطاقه ايضا بالجول والسعره تساوي ٤,١٨٤ جول والكيلو سعره يساوي ٤,١٨٤ كيلو جول .

### العوامل التي تحدد مجموع الطاقه التي يحتاجها الجسم

- معدل التمثيل الاساسي

- - النشاط البدني
- - النشاطات التي تحدث للمحافظة على درجة الحرارة .
- - ساعات التدريب ونوع النشاط الممارس .

### معدل التمثيل الغذائي الاساسي Basal Metabolic Rate

هو كمية السعرات اللازمه لتغطية متطلبات وظائف الجسم المختلفه ولمدة ٢٤ ساعه في حالة الراحة التامه . او هي كمية الطاقه اللازمه لاستمرار الحياة على ان تقاس في الراحة الجسميه والنفسيه .  
 كمية احتياج الانسان للطاقه ( التمثيل الغذائي )  
 المعدل العام للتمثيل الغذائي = ١٦٠٠ سعره بالنسبه للرجال  
 ويحسب كالآتي = ١٠٥ × وزن الجسم بالواط × ٢٤ ساعه  
 المعدل العام للتمثيل الغذائي = ١٢٠٠ - ١٤٥٠ سعره بالنسبه للنساء  
 ويحسب كالآتي = ٩٧ × ٠,٩٧ × وزن الجسم بالواط × ٢٤ ساعه  
 ويضاف ٢/١ المعدل للاشخاص الذين يزولون اعمال حركيه .  
 وفيما يأتي نسب الزيادة في السعرات الحراريه وفق نوع النشاط الممارس :

- الاعمال المكتبيه ٥٠% + BMR
  - النشاط البدني المحدود البسيط ٦٠% + BMR
  - النشاط البدني المتوسط ٧٠% + BMR
  - النشاط البدني الشديد ١٠٠% + BMR
- وللرياضيين تضاف ساعات التدريب ونوع النشاط الممارس, ويمكن حساب الطاقه بطريقه غير مباشره عن طريق الحاصل التنفس RQ والذي سبق شرحه في الفصل الخامس.

### العوامل التي تؤثر على التمثيل الغذائي

- الجنس- معدل التمثيل الغذائي عند المرأه اقل من الرجل
- حجم الجسم- الاكبر يحتاج الى طاقه اكبر

- **العمر** - تقل حاجة الاعمار الكبيره الى الطاقه وذلك بسبب قلة الحركة وتزداد عند الشباب والاطفال
- **النشاط الهرموني** - نشاط الغده الدرقيه يضعف الجسم والعكس عندما يقل نشاطها يزيد الوزن

### **ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)**

تتكون جزيئة ATP من ثلاث مجموعات فوسفاتيه والقاعدة الناتروجينية ادنين والسكر الخماسي الرايبوز (جزئي ادنين وجزئي رايبوز معا يسميان ( الأدينوسين )) ويتحد هذا مع ثلاث مجموعات من الفوسفيت بحيث تتكون كل مجموعه من هذه المجموعات الثلاث من ذرات الفوسفور والاكسجين (PO3) وكما هو مبين



يوجد هذا المركب الذي يعد اصغر وحده حراريه للطاقه في الجسم في جميع خلايا الجسم , ويخزن في العضلات بكميات محدوده تصل الي ( ٥ ) ملي مول / كغم من وزن العضله , ويقوم بوظيفة تخزين الطاقه اللازمه للانشطه الخلويه المختلفه .  
جزئي ATP غني بالطاقه ويطلق كميته كبيره منها عند تفككه بأضافة جزئي ماء له , يعطي طاقه سريعه تستمر لمدة ٤-٦ ثانيه اي مايعادل ٤-٦ تقلصات عضليه , ويتم اطلاق الطاقه عن طريق التفاعل بوجود الانزيم ATPase .  
ان كمية الطاقه في ATP مخزونه في الرابطتين الكيميائيتين اللواتي يربطن المجاميع الفوسفاتيه مع بعضها وهي رابطته فسفوريه ذات محتوى عالي الطاقه .

### **وظائف ثلاثي فوسفات الادينوزين ATP**

- مصدر مباشر وسريع لانتاج الطاقه ولايحتاج الى الاوكسجين في الجسم للقيام بالعمليات الفسيولوجيه , ولكونه لا يحتاج الى الاوكسجين

لتوليد الطاقة لذا يعد من المصادر الأساسية في الأنشطة الرياضية التي يستغرق ادائها ثواني قليلة .

- يستخدم بشكل مباشر في الأنشطة الرياضية السريعة التي تستغرق ثواني مثل مسابقات الجري والوثب والرمي ورفع الأثقال وجميع الأنشطة التي تحتاج حبس النفس أثناء الأداء السباحة.

- يستخدم في العمل البيولوجي في ( التنفس , دوران الدم في الجسم , نشاط الهضمي , النشاط العصبي ( النقل الإشارات العصبية ) , نشاط وعمل افرازات الغدد الصماء , والنشاط العضلي( تقلص العضلات ) .

- يستخدم في بناء وتجديد بروتين الأنسجة الجسميه , وتوازن الأنسجة في بناء البروتين وهدمه ( لذلك عند النشاط يقل ATP مما يحدث نقص في توازن بناء البروتين في الأنسجة )

### ثلاثي فوسفات الأدينوزين والطاقة

لايستخدم الغذاء بمكوناته الأساسية (الكاربون ، الأوكسجين ، الهيدروجين ، النايتروجين) بشكل مباشر في العمليات الخلوية ، وذلك لأن روابطها ضعيفة وتنتج طاقة قليلة عند التحلل ، لذلك فإن روابط الجزيئات الغذائية تنطلق كيميائياً في خلايا الجسم وتخزن على شكل مركبات عالية الطاقة ( ثلاثي فوسفات الأدينوسين ) (ATP) ، ويعتمد هذا المركب في النشاط العضلي (في الجهد القصوي لزمان قصير) ويتم إنتاجه على حساب الكاربوهيدرات ، حيث ينتج الـ (ATP) من تحطم المواد الغذائية (الكلوكوز و الكلايكوجين) حيث يتحول الكلوكوز الذي لا يحتاجه الجسم إلى كلايكوجين ليخزن في العضلات والكبد ، ويمكن تحويله مرة أخرى إلى كلوكوز وينقل عبر الدم لتلبية إحتياجات الجسم من الطاقة ، كما يمكن الحصول على (ATP) من تمثيل الدهون والبروتينات في حالة نفاذ مخزون العضلة والكبد من الكلايكوجين ، حيث يعتمد الجسم على الدهون المخزونة في الأنسجة الشحمية للحصول على الطاقة وهذا يحدث في الأنشطة طويلة الأمد .

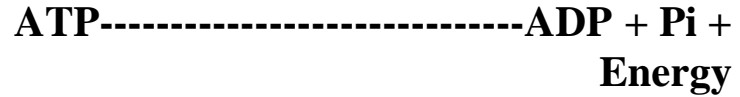
مخزون الكاربوهيدرات في الكبد والعضلات الهيكلية محدوداً ويعطي أقل من (٢٠٠٠ كيلو كالوري) من الطاقة وهي الطاقة التي يحتاجها

الجسم لقطع مسافة (٣٢كم) أما مخزون الدهون فيكفي للجري لمسافة طويلة جداً لأنه مخزونه يتجاوز (٧٠,٠٠٠) كيلو كالوري .  
في حالة الراحة والجهد الأقل تشترك الكربوهيدرات والدهون في إنتاج الطاقة بنسبة (٤٠ - ٦٠%) على التوالي , وبغض النظر عن مصدر الغذاء الذي ينتج الـ (ATP) فهو موجود دائماً في الخلية كمصدر فوري للطاقة الذي يديم أستمراية العمل .

### كيف يتم الحصول على الطاقة من ATP

عند فك الرابطة الكيماوية ما بين المجموعات الفوسفاتية الثلاث في مركب ATP يتحول الى ADP وفوسفات وطاقة , التي تستعملها العضلة في التقلص ويساعد في عملية التحول هذه المايوسين الموجود في لويفات العضله والتي تنشط بوجود المنبه العضلي الاستيل كولين او بواسطة ايونات الكالسيوم ويخزن ATP كمركب كيميائي معقد التركيب في الخلايا العضليه وان مخزونه لا يكفي الا ثواني لانقباض العضله , ومن ثم فان الجسم يقوم بتخليق هذا المركب داخل العضله بنفس السرعة التي يتكسر بها , وان اعاده تكوينه مره اخرى تتطلب وجود مصادر الطاقه لاستخدامها في تصنيع هذا المركب .

### تحلل كيميائي لرابطة واحده



ان كمية الطاقه الناتجه عن تكسير رابطة واحده من الرابطين التي توجد بين المجموعات الثلاث تعطي طاقه صغيره نسبيا ولكن عند تكسير الرابطة في مجموعتي الـ ADP فيتحول الى AMP وفوسفات وطاقه .

### تحلل كيميائي لرابطة

ثانيه

**ADP-----AMP +P + Energy**

وتستخدم الطاقة الناتجة عن تكسير الرابطين الكيميائيتين في ATP للقيام بالوظائف الحيوية في الجسم .

## المبحث الثاني

### **أنظمة الطاقة Energy – system**

#### أنظمة الطاقة Energy – system

يستخدم الرياضي خلال النشاط الرياضي مخزون الطاقة في العضلات العاملة وعندما تثار العضلة عن طريق الأعصاب تنكسر هذه المواد وتحرر منها الطاقة اللازمة لإحداث العمل الميكانيكي للأقباض العضلي ويستخدم ATP الذي يخزن في خلايا الجسم حيث تستخدمه الخلايا كمصدر لإنتاج الطاقة وتكمن الطاقة في فك الاواصر الكيميائية حيث تنطلق منها الطاقة الكيميائية بشكل كبير .

نظرا لاختلاف الانشطة الرياضية بعضها عن الاخر من حيث الزمن الذي تستغرقه وشدة العمل العضلي والراحة اللازمه خلال النشاط , لذلك تحتاج الى مقادير مختلفه من الطاقة , وفقا لذلك فالأنشطة التي تتميز بسرعة الاداء خلال فتره زمنيه قصيره كما في عدو المسافات القصيرة والرمي والوثب تحتاج الى كميته كبيره من الطاقة في فترة قصيره , بينما تحتاج الأنشطة التي تتميز بجهد متوسط او اداء منخفض ولمدة طويله الى كميته منخفضه من الطاقة لكل وحدة زمنيه ,وتحتاج الفعاليات وبعض الأنشطة الأخرى الى مزيج من من متطلبات الطاقة التي يمكن تأمينها عن طريق تزويد العضلات الهيكلية بالطاقة اللازمه كما في أنشطة السله كرة اليد والتنس وغيرها .

#### تقسم أنظمة الطاقة الى:



اولا - النظام اللااوكسجيني اللاهوائي Anaerobic system

ويشمل

- النظام الفوسفاتي اللاهوائي ATP - CP - phosphatase- system

- نظام حامض اللاكتيك اللاهوائي L.A lactic acid system

ثانيا - النظام الأوكسجيني الهوائي O<sub>2</sub> aerobic system

وإن هذه الأنظمة تجهز الجسم بالمركب الكيميائي (ATP) ثلاثي فوسفات الأدينوسين وأن نظام حامض اللاكتيك والنظام الهوائي يهدفان إلى إعادة تكوين مادة (ATP) للجسم عن طريق التمثيل الغذائي أو التحولات الكيميائية .

اولا- النظام الفوسفاتي اللاهوائي Anaerobic energy

system

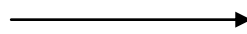
يعرف على انه التغييرات الكيميائية التي تحدث في العضلات العامله لانتاج الطاقه اللازمه لاداء المجهود البدني مع عدم استخدام اوكسجين الهواء الخارجي .

يتميز هذا النظام بسرعة انتاج الطاقة ، وإن هذا النظام يعمل في حالة عدم وجود الأوكسجين لإنتاج (ATP) ويوصف بعدم تكون نواتج تحوي حامض اللاكتيك ( تبادله غير لاكتيكي ، وإن كمية (ATP) الموجودة في العضلة تقدر بحوالي ٥ مايكرومول/كغم عضلي ( ٣ اونس ) تستنفذ في أقل من ثانية بالجهد العضلي ، لذا تعتمد العضلة على مصادر أخرى لإعادة إنتاج الطاقة في ظل غياب الأوكسجين بالطريقتين الأتيتين :-

- يتحول ATP الى ثنائي فوسفات الاديونوزين ADP

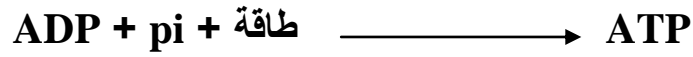
تحلل كيميائي

ATP



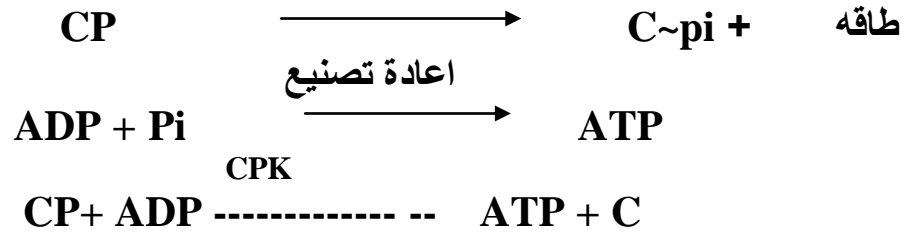
ADP + pi +  
طاقة

مايوسين



- عن طريق مركب الكرياتين فوسفات (CP)  
 بعد نفاذ ال ATP في العضلات تبدأ العضلات باستخدام فوسفات الكرياتين CP حيث يوجد هذا المركب مخزون في العضلات بكميات قليلة تصل الى ١٧ ملي مول /كغم من العضله ( عند النساء ٠,٣ مول وعند الرجال ٠,٦ مول ) وهو يوفر طاقة عالية الشدة وسريعه يمكن ان تستمر ( ١٥ - ٢٠ ) ثانيه ولايمكن اعاده بناءه الا بعد انتهاء الجهد ويمكن اعتبار فوسفات الكرياتين الخزين البديل للا ATP وكما يأتي :

### تحلل روابط



ويسيطر على هذا التفاعل انزيم كرياتين فوسفوكاينينز CPK  
 يتم ايضا بانتقال مجموعتي الفوسفات من جزئيتين من فوسفات الكرياتين الى جزيئه واحده من احدي فوسفات الادينوزين AMP  

$$\text{AMP} + 2\text{CP} \text{-----} \text{ATP} + \text{C}$$
  
 ويتم ايضا عن طريق تبادل مجاميع فوسفاتيه بين جزئيتين من احادي فوسفات الادينوزين بمساعدة انزيمات خاصه , وهذا الطريق اقل ملائمه من الطرق السابقه في بناء ATP ولايحصل الا في الحالات الاضطراريه.

## انزيمات خاصة 2AMP-----ATP

إن مخزون (ATP) في العضلات يستنفذ خلال الثانية الأولى من العمل العضلي ، ولكن مخزون (CP) في العضلات يفوق مخزون (ATP) بحوالي (٤ - ٦ مرات) ويوفر الطاقة للجهد العضلي بحوالي (٣ - ٨ ثانية) وإن مخزون Cp يعوض في الجسم بعد الجهد البدني بعد (٢ - ٣ دقيقة)) ويوضح الجدول رقم (٢) العلاقة بين فترة الراحة ونسبة عودة خزن مصادر الطاقة الفوسفاتية (ADP - CP) بالأعتماد على النقص في فترة الراحة التي يحتاجها اللاعب وحصول التكيف الفسيولوجي لهذا النقص ومن الجدير بالذكر ان خزين العضله من فوسفات الكرياتين لاينفذ من العضلات بسرعه لذلك يعد خزين استراتيجي والجدول رقم (٨) يبين عودة مخزون الطاقه الفوسفاتي اثناء الراحة .

يستخدم الرياضي الخزين الكلاكويني بعد انتهاء الخزين الفوسفاتي , و ان كميات ATP و CP المخزونه في العضلات اثناء الراحة لاتحتاج الى الاوكسجين اثناء الحرق او التفاعلات , وهذا يعني ان كافة مصادر الفوسفات في الجسم تستهلك خلال ٣٠ ثانيه او اقل من ذلك .  
تتم وفق هذا النظام النشاطات التي تتطلب الحركات القويه والسريع والانفجاريه وبشدة عاليه وبسرعة انقباض عضلي كبير مثل الوثب والجري لمسافات قصيره , والجهد القصوي الذي يقل عن ٦ ثواني يتوافق مع متطلبات النظام الفوسفات  
يمكن درج الصفات البدنيه الاتيه تحت هذا النظام ( القوة العظمى المتحركه والثابته , السرعة , القوة المميزه بالسرعه ) ويتميز هذا النظام بأطلاق اقصى طاقه ممكنه في اقل زمن .

### مميزات النظام اللاهوائي الفوسفاتي :

- يعمل بدون وجود الاوكسجين
- تحدث عملية التفاعل في الساييتوبلازم في منطقة الخيوط البروتينيه المايوسين والاكيتين ولايعتمد هذا النظام عل سلسلة تفاعلات كيميائية طويله
- يعد المصدر الاول للطاقة ومصادره ATP و CP والتي يمكن الحصول عليها بشكل مباشر إذ تخزن في العضلات .
- سريع جدا وتحرر الطاقه خلال العمل العضلي عالي الشدة التي تتطلب زمنا قصيرا.
- لايدوم طويلا ( ١٠ ثواني )
- انتاج الطاقه محدود جدا وينتج جزي واحد من ATP
- مخزون الطاقه في العضله قليل .

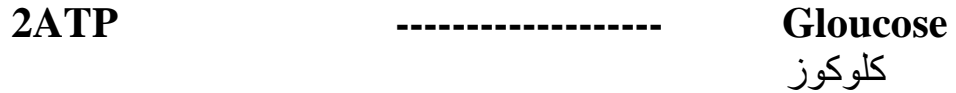
النسب المئوية لعودة خزين CP - ATP	زمن فترة الراحة بين التكرارات
١٠٠%	أكثر من ١٢٠ ثانيه
٩٤%	١٢٠ ثانيه
٨٨%	٩٠ ثانيه
٧٥%	٦٠ ثانيه
٥٠%	٣٠ ثانيه
قليل جداً	١٠ ثانيه فأقل

جدول رقم ( ٨ ) يوضح العلاقة بين فترة الراحة إلى نسبة عودة خزن مصادر الطاقة الفوسفاتية ( ATP – CP )

## - نظام حامض اللبنيك Lactic acid system

هي طريقة اخرى لإنتاج الطاقة في ظل غياب الأوكسجين وهذا النظام يوفر طاقة عالية الشده وسريعه ولكن ليست قصوى كما في مصادر النظام الفوسفاتي , ويصل هذا النظام الى اقصى عمله خلال ٤٥ - ٦٠ ثانيه . . عند استمرار الجهد لفترة طويلة يعتمد انتاج الطاقه على الاوكسجين في البدايه ويتم تحلل الكلوكوز بواسطة عدة انزيمات تضبط سلسلة تفاعلات لاوكسجينا ( بواسطة التنفس الخلوي ) حيث يتحول الى جزيء ثلاثي الكربون ( حامض البايروفيك ) في سايتوبلازم الخليه , وفي نهايه التحليل اللاهوائي للكلاوجين , تتجمع كميات من حامض اللاكتيك لذا يسمى هذا النظام بنظام حامض اللاكتيك

يبدأ عمل هذا النظام في الفعاليات الرياضية التي تستغرق أكثر من ( ١ - ٣٠ ثانية) وقد يستمر إلى دقيقتين , عدد جزيئات ATP المتكونه من اكسدة جزيء الكلوكوز ( ٢ ) جزيئه اما اكسدة الكلاوجين تنتج ( ٣ ) جزيئات من ATP , ويوجد الكلاوجين في الكبد ( ١١٠ ) ملي مول /كغم , وفي العضلات ( ٢٤٥ - ٢٦٥ ) ملي مول /كغم.



كلوكوز

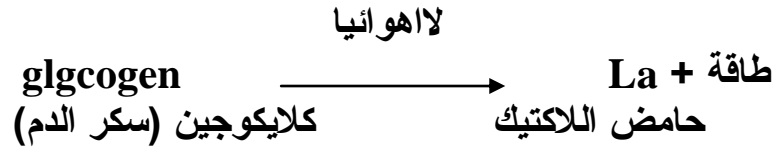
حامض اللبنيك

مفتاح هذا النظام انزيم فوسفوفاكتوكايناز PEK , ان زيادة نشاط هذا الانزيم يؤدي الى تحليل سريع للكلوكوز وبالتالي سرعة تكون حامض اللبنيك .



في هذا النظام يتجمع حامض اللاكتيك في العضلة والدم ويصل إلى مستوى عالي ينتج عنه تعب , مما يشكل عائقاً للعضلات العاملة ومن الجدير بالذكر ان هذا النظام لا يحتاج اكثر من ( ١ - ١,٢ ) مول من

الكلاكوجين , وذلك لكون العضله والدم لايتحمل وجود حامض اللاكتيك اكثر من (٦٠ - ٧٠) غم قبل ظهور التعب , لان كل غرام من الكلاكوجين ينتج ١ غم من حامض اللاكتيك , وان انتاجه يعد معوقا لاداء ومسببا للتعب  
ان حامض اللاكتيك كنتاج في هذه الفاعلات يتميز بكونه ضعيف وغير قوي ,ولكن زيادة مستواه في العضله يؤدي الى ايقاف انتاج ATP مما يؤدي الى التعب الشديد .



حيث تستخدم الطاقه الناتجه في اعاده بناء ATP  
ADP+ Pi + ----- ATP

أن سرعة إنتاج الطاقة في هذا النظام إبطأ من النظام الفوسفاجيني . ولكنها تتميز بزيادة فترة الأداء والذي يتراوح بين ٣٠ ثانية حتى ٣ دقائق , ويعد هذا النظام هو المسؤول عن تحمل الأداء في السباقات ذات الجهد العالي كما في جري ٨٠٠ متر .

لايوجد قطع بين انظمة الطاقه بل هناك تداخل , اذ ان النظام الهوائي طويل الامد يبدأ مباشرة عند الحاجة للاوكسجين ,ومن المعلوم ان الانسان يستهلك ٣٠٠ مللتر من O2 عند الراحة وهذه تكفي لاعماله .

مميزات نظام حامض اللاكتيك ( النظام اللاهوائي )

- يعمل بدون وجود الاوكسجين
- تحدث التفاعلات في الساييتوبلازم قرب الخيوط البروتينيه المايوسين والاكيتين .
- مصدر الطاقه فيه الكلوكوز في العضلات والموجود على شكل حبيبات كلاكوجينيه في الساييتوبلازم .

- سريع وتتحرق الطاقة فيه في النشاطات العضلية الشديده والتي تستغرق فتره قصيره.
- يدوم فترة ١-٣ دقائق
- انتاج الطاقه الكيمائيه فيه محدود اذ تتكون ٣ جزيئات من ATP وتتطلب ١٠ تفاعلات .
- مخزون الطاقه محدود في العضله
- ينتج عنه حامض اللبنيك الذي يسبب التعب العضلي

## النقص الأوكسجيني (O<sub>2</sub> Defect) والدين الأوكسجيني (O<sub>2</sub> Debt)

هو كمية الاوكسجين التي يحتاجها الجسم بشكل متزايد خلال الجهد العضلي المتوسط والشديد , ولايستطيع جهاز القلب والدوران توفيره لسد حاجة العضلات من متطلبات الطاقه مما يضطر الجسم استدانته من اجهزته الاخرى لسد حاجته . . ويلاحظ ان النقص الاوكسجيني يحدث قبل الوصول الى الشده العاليه مابعد الراحة اما الدين الاوكسجيني يحدث بعد الشده العاليه .

ويعد الدين الاوكسجيني واحدا من ادلة تكوين الطاقه بالطرق اللاهوائيه وعند زيادته يستمر ارتفاع اكسدة مكونات الطاقه على حساب احتياطي المركبات الفوسفاتيه الموجوده في العضله وبالطرق اللاهوائيه عند ذلك ١/٥ حامض اللاكتيك يتأكسد الى ثاني اوكسيد الكربون والماء و ٤/٥ منه يستخدم كماده لاستعادة الكربوهيدرات.

يحدث الدين الأوكسجيني عند إنتقال الرياضي من الراحة إلى الجهد ذو الشدة القصوى وهذه ترتبط بحاجة الجسم إلى الأوكسجين , والتي تكون لمرات عديدة بقدر ماتستطيع لأجهزة العضوية تأمينه , ويستفاد الجسم من الدين الاوكسجيني في سد النقص الحاصل في كمية الاوكسجين التي يستهلكها الجسم خلال فترة الجهد والذي يزيد عن حجم الاوكسجين المستهلك اثناء الراحة , وذلك لاعادة مخزون الطاقه في الجسم مع ازالة الحوامض المتجمعه في العضلات لغرض تحويلها الى

كلاكوجين من جديد او الى ثاني اوكسيد الكربون وماء وطرحها خارج الجسم .  
إن الأعضاء التي تجهز الجسم بالأوكسجين لاتستطيع تلبية حاجة الجسم بسرعة وعليه فأن في بداية العمل العضلي يحدث الدين الأوكسجين لذلك فأن الدين الأوكسجيني هو الفرق بين حجم الأوكسجين المطلوب استهلاكه فعلا اثناء الاداء وبين المستوى الذي كان عليه وقت الراحة والبالغ ٢٠٠ - ٣٠٠ ملتر / دقيقة . ويعتقد ان زيادة استهلاك الأوكسجين خلال فترة الاستشفاء تحدث الاستفاده من الأوكسجين الذي تم استدانته من الجسم اثناء الاداء او النشاط القصوي ويمثل نسبة تقدر ٠,٦ لتر من الأوكسجين والذي يكون متحدا مع مايوكلوبين العضله في الدم الوريدي , ويزداد الدين الأوكسجيني بمقدار ٣٠ مره عن هذا الحجم المخزون خلال الانشطه البدنيه القصوي .

### انواع الدين الأوكسجيني

#### غير اللاكتيكي

أي بدون ظهور حامض اللبنيك والذي يتم فيه إستعادة مصادر الطاقة (CP - ATP) وحدوده القصوي ٢-٤ لتر للمتدربين ويصل الى ٦ لتر عند المتدربين من الذكور , ويعود هذا الدين بسرعة وبحدود (٦٠ - ٩٠ ثانية) .

#### اللاكتيكي

يتميز بظهور حامض اللبنيك في العضلة والدم , وهو الجزء الأكبر والأبطأ من الدين الأوكسجيني , ويتم التخلص من حامض اللبنيك الذي يتجمع في الدم نتيجة النشاط البدني وتبعاً لشدة الحمل مقداره الاقصى ٥-١٠ لتر, ويستمر هذا الدين من بضع دقائق إلى ١,٥ ساعة .

يبلغ اقصى دين اوكسجيني في النشاط البدني الشديد , بحيث لايمكن تحمله اكثر من (٥-٦) ثواني وبنفس الوقت لايمكن ان يستمر العمل بأقل من (٤٠ - ٦٠) ثانيه وذلك لايمكن بلوغ اقصى دين اوكسجيني بأقل من ٤٠ ثانيه , ولكي يستخدم الدين الأوكسجيني الاقصى بشكل تام يجب على الرياضي حساب قدرته بحيث يصل



الدين الاوكسجيني الاقصى عند نهاية النشاط واذا لم يصل الرياضي الحد الاقصى من الدين الاوكسجيني ذلك يعني انه لم يستخدم كامل قابليته البدنيه . ويعتمد الدين الاوكسجيني على شدة الحمل ومقدار الطاقه المطلوبه لادائه وكذلك حجم الاوكسجين لانتاج هذه الطاقه .

### انواع القدرات اللاهوائيه

#### اولا - القدره اللاهوائيه القصوى

فيها يتم انتاج اقصى طاقه اوشغل ممكن بالنظام اللاهوائي الفوسفاتي وتتضمن الانشطه البدنيه التي تؤدى بأقصى سرعه وفي اقل زمن ممكن تستمر من ( ٥ - ١٠ ) ثواني .

#### ثانيا - السعه اللاهوائيه

اي التحمل اللاهوائي وهي قدرة الاحتفاظ او تكرار الانقباضات العضليه القصوى بالنظام اللاهوائي ( نظام حامض اللاكتيك ) ويتضمن الانشطه البدنيه التي تؤدى بأقصى انقباض عضلي ممكن ( ثابت او متحرك ) مع مواجهة التعب حتى ١ - ٢ دقيقه .

#### التحميل اللاهوائي وطرق تأخير التعب

التحمل اللاهوائي هو قدرة العضله على العمل لاطول فتره ممكنه بالطرق اللاهوائيه والتي تستغرق ٥ ثواني - ٢ دقيقه

#### طرق تأخير التعب

- تقليل معدل تجمع حامض اللاكتيك عن طريق زيادة استهلاك الاوكسجين حيث يتم اكسدة أيون الهيدروجين وحامض اللبنيك  
- زيادة تحمل حامض اللاكتيك وهذا يتم عند التدريب الجيد والمتواصل حيث تتحسن سعة المنظمات الحيويه في الجسم ضد زيادة حموضة الدم PH وتحمل الالم العضلي .  
- زيادة التخلص من حامض اللاكتيك في العضلات حيث يساعد الجهاز الدوري في التخلص من حامض اللبنيك , كذلك تستهلك الياف العضله القليه كميته من هذا الحامض وكذلك الانزيمات ( LDH ) في التمثيل الغذائي .

## عوامل الانتاجيه اللاهوائيه

يمكن تحديد عوامل الانتاجيه اللاهوائيه بما يأتي:

- احتياطي فوسفات الكرياتين والكلوكوجين في العضله
- حجم السعه الانزيميه
- نشاط الخمائر المسرعه لتحليل مواد انتاج الطاقه
- بالطرق اللاهوائيه ونشاط الانزيمات التي ترفع النشاط
- تكيف الانسجه لحركة التأثيرات البيئيه في المجال الحامضي .

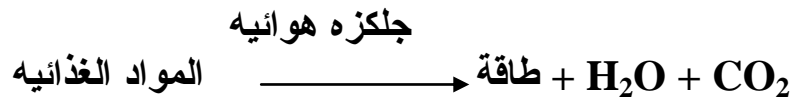
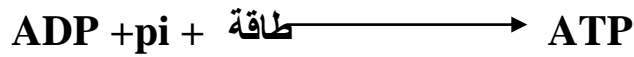
## ثانيا - النظام الهوائي (Aerobic system)

يعرف على انه التغييرات الكيميائيه التي تحدث في العضلات لانتاج الطاقه اللازمه للجهد البدني باستخدام الاوكسجين الخارجي. يكون انتاج الطاقه اوكسجينيا في الانشطه التي تعتمد على كفاية الجهاز الدوري - التنفسي في توصيل الاوكسجين الى العضلات العامله والتخلص من النواتج الكيميائيه المختلفه , ومن الجدير بالذكر ان مقدار الطاقه المتولده في المصادر اللاهوائيه تعتمد على قدرة الرياضي ومطاولته في تحمل حامض اللبنيك المتراكم , وكلما قلت شدة النشاط او استمر لفترة ٢-٤ دقائق يقل الاعتماد على المصادر اللاهوائيه لانتاج الطاقه , ويكون انتاجها بالطرق الهوائيه باستخدام الاوكسجين , وفي الانشطه التي تستمر اكثر من ٤ دقائق يعتمد بشكل اساسي النظام الاوكسجيني لانتاج الطاقه .

## مصادر الطاقه في النظام الهوائي

يتضمن النظام الهوائي اعاده تخليق ATP عن طريق العمليات الهوائيه مستخدما الوقود داخل العضله مثل الاحماض الدهنيه الحره والكلوكوجين والوقود خارج العضله مثل الاحماض الحره في النسيج الدهني للجسم والكلوكوز في الكبد , حيث يلزم امداد المايتو كوندريا في سايتوبلازم الخليه العضليه بكميات من الاوكسجين المناسب للقيام

بعمليات التمثيل الغذائي (الايض الهوائي) اللازمه لانتاج الطاقه . إن النظام الهوائي يرتبط بنوع الغذاء المتناول . تستخدم المواد (الكاربوهيدرات والدهون والبروتينات بنسبه لاتتعدى ٧% من مجمل الطاقه الكليه وفي بعض الحالات النادره ) لانتاج الطاقه في هذا النظام يوفر وجود الاوكسجين اكبر قوة مؤكسده لايونات الهيدروجين وتحولها الى ثنائي اوكسيد الكربون وماء مع امكانية كبيره لانتاج ATP تتعدى امكانية النظامين اللاهوائين , اذ يمكن بناء ٣٦ جزيئه ATP من التحلل الكامل لجزيء واحد من الكلوكوز بهذه الطريفة في حين ينتج ٢ جزيئه من ATP في النظام اللاهوائي , ويمكن الحصول على ١٣٦ جزيئه من ATP عند تحلل جزيء من الحامض الدهني (حامض الكالميك) طاقه



## النظام الهوائي والانشطة الرياضية

يستخدم هذا النظام الهوائي في الأنشطة الرياضية التي تستمر لفترة زمنية طويلة من خلال أكسدة المواد الكربوهيدراتية والدهون وبمساعدة أوكسجين الهواء الجوي والذي يساعد على الأستهلاك الأقصى خلال بضعة دقائق, وأن سرعة إنتاج الطاقة في هذا النظام بطيئة قياساً ببقية الأنظمة الأخرى (النظام الفوسفاجين ونظام حامض اللاكتيك) والطاقة الاوكسجينية كبيره من حيث كميتها وفترة دوامها وانها تدوم لفترة طويله جدا كما في العاب المطاوله (جري المسافات الطويله مثل جري ٥٠٠٠ متر والماراثون وفي الفعاليات الرياضية التي تستغرق فترة طويلة , اذ يعمل النظام الهوائي في التدريبات المنخفضة الشدة , و إن ثاني أوكسيد الكربون الناتج عن هذا النظام هو الذي يسبب التعب من خلال إنتقاله من العضلات إلى الدم والرئتين , علما إن جميع العمليات الكيميائية تحدث داخل خلايا العضلة في (بيوت الطاقة) المايوكوندريا.

التفاعل الاوكسجيني يبقى العامل المهم والاخير في نقل الطاقة وخصوصا اذا استمر الجهد اكثر من ٢-٣ دقائق يبدأ استخدام الاوكسجين بالزياده السريعه منذ الدقيقه الاولى لبدء الجهد العضلي , ولكن بعد مرور ٤ دقائق يصل استخدام الاوكسجين الى حد معين لايتعداه بالرغم من استمرار الجهد ويسمى هذا الخط البياني لاستخدام القصوي للاوكسجين بالحاله الثابته Steady State او المعدل الثابت Steady Rate الذي يعكس حاله متوازنه بين الطاقه المستهلكه في العضلات العامله ومعدل تكوين ماده ATP خلال الجهد الاوكسجيني , الذي يعد الاساس لتكوين الطاقه اللازمه للجهد العضلي , ويكون معدل تجمع حامض اللبنيك في هذه الحاله اقل مايمكن . ومن الجدير بالذكر ان الرياضي المتدرب يصل الحاله الثابته اسرع من غير المتدرب كما ان جهده اللاوكسجيني اقل , وان كمية الاوكسجين المستخدمه خلال الجهد اكبر عند الرياضيين وقد يعود السبب الى ازدياد قابلية العضلات على تكوين ال ATP اوكسجينا .

يبقى العمل مستمر في هذا النظام لفترة طويلة ولكن هناك الكثير من العوامل التي تؤثر سلبيا على اعاقه استمراره .

### العوامل التي تؤثر سلبيا على استمرار النظام الهوائي

- فقدان السوائل والاملاح
- النقص الكبير في مخزون الكلوكوز المغذي الاساسي لعمل الجهاز العصبي المركزي .
- نقص الكلاكوجين في العضله يؤثر بشكل مباشر على استمرار عملها.

### مميزات النظام الهوائي

- يعمل بوجود الاوكسجين
- تحدث التفاعلات الكيميائية في الساييتوبلازم وتكتمل بعيدا في الخيوط البروتينيه الانقباضيه في الميتوكوندريا , ويتطلب تفاعلات كيميائية كثيره ومعقده.
- مصدر الطاقه فيه الكلاكوجين والدهون والبروتينات ويتطلب اشراك مصدرين من مركبات الطاقه الغذائي ( كلوكوز وحامض دهني )
- بطيء وتحرر الطاقه في الانشطه المتوسطه والخفيفه الشده والتي تستغرق وقتا طويلا ( انشطة التحمل )
- يدوم لفته طويله
- انتاج الطاقه فيه كبير وغير محدود , وتعتمد التفاعلات فيه على توفر الاوكسجين الذي بدوره يعتمد على عمل الجهازين الدوري والتنفسي , اللذان يخضعان للتأثيرات العصبيه والهرمونييه وتستخدم الطاقه الناتجه لبناء المركبات الفوسفاتيه الغنيه بالطاقه حيث تخزن فيها على شكل طاقه كيميائويه والجزء الاخر يصرف لتغطية متطلبات انجاز النشاط..
- لا يحدث التعب العضلي مصاحب لانتاج الطاقه .
- يتطلب تداخل العديد من المركبات الامفيتامينيه مثل الفيتامينات يمكن اعتماد تقسيمات الطاقه في تحديد الوقت الملائم للتدريب والطاقه اللازمه للنشاط وتقسيم الانشطه الرياضيه وفق النظام الملائم له

## القابلية القصوى لاستهلاك الاوكسجين VO2MAX

هي أقصى كمية مستخدمة من الاوكسجين يمكن الانسان وصولها خلال الجهد البدني عندما يتنفس عند مستوى سطح البحر ويمكن اعتبارها عامل اساسي في تحديد القابلية البدنية ( Physical Working Capacity ).

يزداد استخدام الاوكسجين مع زيادة النشاط العضلي , وعندما يستخدم الاوكسجين بالحد الاقصى يدل ذلك على الانتاجيه الهوائيه , اي سلوك الطرق الهوائيه لانتاج الطاقه .

ترتبط القابلية القصوى لاستخدام الاوكسجين بقابلية التنفس القصوى وبالذوره الدمويه والاجهزة التي تقوم بعملية تجهيز الدم الى انسجة الجسم , وخاصة العضلات العامله لذلك يمكن الاستدلال على حاله الوظيفيه لهذه الاجهزه من خلال قياس هذا المؤشر .

تختلف القابلية القصوى لاستهلاك الاوكسجين عند الرياضيين , فهي عند رياضي المطاوله والرياضيين من ذوي التدريب العالي وعدادي المسافات الطويله يساوي تقريبا ( ٥-٦ ) لتر / دقيقه , اما عند غير المتدربين فيتراوح بين ( ٢,٥ - ٣,٥ ) لتر / دقيقه , ويعتمد ايضا على مقدار الوزن , اذ كلما زاد الوزن تقل القابلية القصوى لاستخدام الاوكسجين .

ان الرياضي يستطيع رفع كمية استخدام الاوكسجين بمقدار اكثر من ( ٢٠ ) مره عند الجهد او النشاط البدني مقارنة بوضع الراحه , اما غير الرياضيين فلا يستطيعون رفع كمية الاوكسجين اثناء الجهد اكثر من ١٠ مرات .

## التداخل بين نظم إنتاج الطاقة

تتفاعل أنظمة إنتاج الطاقة في جسم الإنسان , ولا يبدو أي نظام مستقلاً عن الآخر , ويتوقف التفاعل بينها على التغيرات التي تحدث في (قوة وسرعة الأداء والمسافة والزمن المستغرق ) فلكل نظام سعة محددة , فالنظام الفوسفاتي يعتمد على مخزون الـ (ATP) أثناء الأداء إي

القدرة اللاهوائية في حين السعة اللاهوائية تشير إلى ان الكمية الكلية (ATP) اللازمة أثناء الأنشطة المختلفة .

هناك ترابط بين هذه الأنظمة وتعاقبها حيث يسود نظام معين في أنشطة محددة (مثلاً ، سباق عدو - ١٠٠ - ٢٠٠ متر النظام السائد الفوسفاتي اللاهوائي وفي الكرة الطائرة والمصارعة النظام اللاهوائي يشكل نسبة ٩٠% والهوائي بنسبة ١٠%) ويلاحظ كلما تقل سرعة الأداء وتزيد المسافة فإن النظام يتحول الى حامض اللاكتيك أو الهوائي كمصدر لإمداد الطاقة ، ويتفاعل نظام حامض اللاكتيك مع النظام الهوائي كما في الجري (٤٠٠ - ٨٠٠ متر) . وفيما يلي جدولاً توزيع الانشطه الرياضيه وفق نظم الطاقه السائده :

### اسهامات نظم الطاقه خلال زمن الاداء

تسهم نظم الطاقه خلال زمن الاداء الاقصى بقيم تتوقف على الزمن الذي يستغرقه الاداء , وكلما زاد زمن النشاط البدني قل تبعاً لذلك الاعتماد على الطاقه اللاهوائيه بواسطة العضلات , وفي حالة العمل لفترة قصيره والتي تقل عن ٢ دقيقه حيث يكون مصدر الطاقه لاهوائيا , وعندما يطول زمن الاداء فأن مصادر الطاقه الهوائيه تسهم بشكل اكبر لذلك فأن معظم الاختبارات التي تقيس نظم الطاقه تعتمد على الزمن وفي ادناه جدول رقم (٩) يبين اسهامات نظم الطاقه وفقا للزمن المستغرق في النشاط البدني .

زمن الشغل	طاقه لاهوائيه فوسفاتيه	طاقه لاهوائيه لاكتيكه	طاقه هوائيه
٥ ثواني	٨٥%	١٠%	٥%
١٠ ثواني	٥٠%	٣٥%	١٥%
٣٠ دقيقه	١٥%	٦٥%	٢٠%
١ دقيقه	٨%	٦٢%	٣٠%
٢ دقيقه	٤%	٤٦%	٥٠%
٤ دقائق	٢%	٢٨%	٧٠%
١٠ دقائق	١%	٩%	٩٠%
٣٠ دقيقه	١%	٥%	٩٥%
١ ساعه	١%	٢%	٩٨%
٢ ساعه	١%	١%	٩٩%



جدول رقم ( ٩ ) يبين اسهامات نظم الطاقة وفقا لزمن الشغل  
البدني نقلا عن ( ASTRAND ,1986 )  
توازن الطاقة

هي عدد السعرات الحرارية المكتسبة ازاء عدد السعرات المستهلكة والتي تزود الجسم بالتغذية الصحية وما يحتاجه من من العناصر الغذائية بشكل يكفي نشاطاته المختلفة ويتحقق ذلك بتنوع التغذية .  
يحتاج الفرد في حالة الراحة التامة وبدون حركه وفي اجواء قياسييه وحراريه ثابتة وطبيعيه الى ( ١٧٠٠ - ٢٠٠٠ ) سعره حراريه وهي الطاقه اللازمه لعمل القلب والدم والجهاز الهضمي والكبد والعمليات الفسيولوجيا والبايولوجيه للخلايا , وتزداد السعرات الحراريه لاي جهد اضافي , وتتناسب الطاقه المستهلكه تناسباً طردياً مع شدة الفعاليه الرياضيه الممارسه وكذلك الطاقه التي يحتاجها الرياضي لاداء النشاط , وتختلف باختلاف شدة الفعاليه ومدتها الزمنيه المسغرقه: , ويحتاج الرياضي الذي يمارس جهداً بدنياً شديداً الى ( ٥٠٠٠ - ٦٠٠٠ ) سعره حراريه في اليوم لاداء الجهد البدني , لذلك من المفيد تناول عدد اكبر من الوجبات ( ٤-٥ ) وجبات في اليوم لغرض المحافظه على نسب السكر في الدم لان الوجبات قليلة الحجم تمنع تجمع الدهون في الجسم وتوفر مستوى افضل من السكر .  
السعرات التي يكسبها الفرد من الاغذية وخاصة الدهون تفوق عدد السعرات المكتسبة من الكربوهيدرات ومصادر الطاقة الاخرى .

تعويض مصادر الطاقة

ان مخزون الطاقة المستهلك خلال النشاط الرياضي هو مخزون (ATP-CP) في الخلية العضلية والكلايوجين المخزون في العضلات والكبد . وان معرفة المدرب كيف يستعيد الجسم لمصادر طاقته تساعد في تحديد فترات الراحة بين التمارين الرياضية اثناء التدريب بحيث يتناسب ونظام الطاقة الذي استخدمه في تدريبه والا أدى ذلك الى هبوط مستوى الاداء .  
يمكن تقسيم عمليات التعويض الى :-

- استعادة مخزون الاوكسجين

خلال العمل العضلي يستهلك مخزون الاوكسجين في الجسم ويوجد الاوكسجين في العضلات على شكل مركبات كيميائية .

### - تعويض الفوسفات

تستعاد كمية الفوسفات المستهلكة بنسبة ٧٠% خلال (٣٠) ثانية من توقف الاداء , و يحتاج تعويض مخزون الفوسفات الى فترة زمنية قصيرة تتراوح ما بين (٢ - ٣ ) دقيقة وتسمح هذه الفترة خلال الراحة بتعويض بعض الفوسفات الذي يمكن استخدامه مرة اخرى لأنتاج (ATP) , وتعتمد عمليات تعويض الفوسفات على الطاقة الناتجة من النظام الهوائي اي بوجود الاوكسجين القادم من الدم مع امكانية مشاركة نظام حامض اللاكتيك وكلما تستهلك الفوسفات بشكل كبير كلما احتاج ذلك الى كمية اكبر من الاوكسجين من اجل استعادة الشفاء.

### - تعويض الدين الاوكسجين

يقصد به تعويض كمية الاوكسجين المستهلكة اثناء الاداء البدني خلال فترة استعادة الاستشفاء , والتي تزيد على كمية الاوكسجين المستهلكة نفسها في اثناء الراحة بما في ذلك استعادة مخزون الطاقه المستهلكة خلال العمل وازالة حامض اللاكتيك. ويصل حجم الدين الغير لاكتيكي الى (٢ - ٣,٥) لتر وهو مايعني الطاقة اللازمة لأستعادة الفوسفات في فترة وجيزة تتراوح ما بين (٣ - ٥) دقيقة , اما الجزء اللاكتيكي فهو الذي يمد الجسم بالطاقة اللازمة لتتخلص العضلات والدم من حامض اللاكتيك , وهو الجزء الاكبر والابطاء من الدين الاوكسجيني , وتنخفض سرعة استهلاك الاوكسجين بعد الجهد مباشرة خلال (٢ - ٣ ) دقائق يحدث انخفاض سريع جدا في الدين الاوكسجيني غير اللاكتيكي الى ان يبلغ ( ٣٠ - ٦٠ ) دقيقة حيث يصل الى قيمته ما قبل الجهد .

### - استعادة أوكسجين الميوكلوبين

يوجد الميوكلوبين في العضلات الهيكلية والذي يشبه عمل الهيموغلوبين في الدم , حيث يعمل على تخزين الاوكسجين في العضلات ويوجد بكميات كبيرة في الالياف العضلية البطيئة ويقل في الالياف السريعة , ويساعد الاوكسجين الموجود في هيموغلوبين

العضلة في انتاج الطاقة في بداية النشاط الرياضي ،ويتم تعويض هذا الاوكسجين في اثناء فترة وجيزة تستغرق دقيقه

### - تعويض الكلايوجين العضلي

يتم التعويض الكامل لمخزون الكلايوجين خلال عدة ايام , ويعتمد على عاملين اساسيين :

- نوع النشاط البدني المتسبب في استنفاد الكلايوجين .

- كمية المواد الكربوهيدراتية المستهلكة خلال فترة الاستشفاء .

ويختلف استنفاد الكلايوجين تبعاً لنوعين مختلفين من الانشطة الرياضية .

### - تعويض الكلايوجين بعدالنشاط البدني المستمر :

النشاطات التي تستمر فيها فترة الأداء لمدة ساعة أو أكثر (سباحة , مسافات طويلة , دراجات) ويحتاج اللاعب الى تناول عدة وجبات من الكربوهيدرات لمدة تزيد عن يومين خلال فترة الاستشفاء , وبدون ذلك فإن تعويض الكلايوجين يتم بصورة بطيئة ويستمر بعد ايام بعد الجهد , ويساعد تناول الكربوهيدرات (٦٠%) من تعويض الكلايوجين خلال (١٠) ساعات , لذا يجب للمحافظه على مستوى الكلايوجين وتعويضه بشكل مستمر .

### - تعويض الكلايوجين بعدالنشاط البدني المتقطع قصير المده :

يلاحظ مثل ذلك في تصفيات سباقات السباحة والعباب القوى والجمناستك والمصارعة وكرة القدم والسلة , حيث يتم تعويض كمية كبيرة من الكلايوجين خلال ساعتان اثناء فترة الاستشفاء بدون تناول أي مواد غذائية ويتم تعويض الجزء الباقي خلال (٢٤) ساعة .التاليه = التخلص من حامض اللاكتيك في العضلة والدم :

ان زيادة حامض اللاكتيك الناتج عن استخدام نظام حامض اللاكتيك يؤدي الى حدوث التعب , لذا فإن الاستشفاء الكامل من التعب يتم اذا تم التخلص من الحامض الزائد في العضلات والدم .وقد دلت النتائج ان مدة ساعة تكفي لازالة حامض اللاكتيك ،ويتطلب التخلص من نصف مقدار حامض اللاكتيك المجتمع بعد التدريبات ذات الشدة

القصوى (٢٥) دقيقة ، أي ان التخلص من ( ٠/٠٩٥ ) من حامض اللاكتيك يتم خلال ساعة وربع بعد اداء التمرينات ذات الشدة القصوى , بينما يقل الزمن عن ذلك في حالة انخفاض شدة الحمل ،وقد تصل (١١) دقيقة في حالة استخدام تمرينات خفيفة وفي الجدول (١٠) ادناه الازمنه اللازمه للاستشفاء بعد جهد عالي الشده .

فترة اعادة الشفاء		عمليات الاستشفاء
الحد الاعلى	الحد الادنى	
٥ دقائق	٢ دقيقة	اعادة مخزون ATP-CP
٥ دقائق	٣ دقيقة	الدين الاوكسجينى غير اللاكتيكي
٤٦ ساعة	١٠ ساعات بعد نشاط مستمر	تعويض كلايوجين العضلة
٢٤ ساعة	٥ ساعات بعد نشاط متقطع	
٤٨ ساعة	١٢ ساعة	تعويض كلايوجين الكبد
١ ساعة	٣٠ دقيقة في حالة تمارين التهدئة	التخلص من حامض اللاكتيك في الدم والعضلة
٢ ساعة	١ ساعة في حالة الراحة	
١ ساعة	٣٠ دقيقة	الدين الاوكسجينى اللاكتيكي
١ دقيقة	١٠-١٥ ثانية	تعويض مخزون الاوكسجين

جدول رقم (١٠) يوضح ازمنة الاستشفاء بعد اداء تمرينات مرتفعة الشده نقلا عن كمال عبدالحميد واخرون ١٩٩٩



## الفصل الثامن الخصائص الفسيولوجية للجسم خلال مراحل التدريب المختلفة والتكيفات الحاصلة

### المبحث الاول الخصائص الفسيولوجية للجسم خلال مراحل التدريب المختلفة

- اولا- مرحلة التحضير (الاعداد)
- التغييرات الوظيفية في مرحلة التحضير
- انواع الاستجابات في مرحلة التحضير
- تنظيم حاله التحضير
- الاحماء و دورة الفسيولوجي في مرحلة التحضير
- تأثيرات الاحماء الفسيولوجيه على الجسم
- فترة الراحة (الفترة بين الاحماء و بداية النشاط الاساسي)
- ثانيا- مرحلة العمل ( الجهد )
- حالة الاستقرار
- حالة الاستقرار الحقيقية
- حاله الاستقرار الكاذبة
- الجهد النافع
- العوامل التي تؤثر على الجهد النافع عند الانسان:
- التعب العضلي
- التغييرات الفسيولوجيه الأساسية التي تحصل عند التعب العضلي
- علامات التعب العضلي
- أهمية التعب
- انواع التعب

قياس التعب  
درجات التعب  
اسباب تأخير ظهور التعب عند الرياضي  
العوامل التي تسرع التعب عند مختلف انواع النشاطات العضليه  
الشّد العضلي ( Muscular Ton )  
ثالثاً- مرحلة مابعد الجهد (الراحة والاستشفاء) *Rest Recovary*  
and

التغيرات الفسيولوجيه التي تحدث اثناء الراحة

الاستشفاء *Recovary*

تنظيم عملية الاستشفاء

تقويم حالة الاستشفاء

العوامل المؤثره في عملية الاستشفاء

الوسائل المسرعة للاستشفاء

المبحث الثاني

التدريب الرياضي والتكيفات التي تحصل في الاعضاء

والاجهزه اثناء الراحة والجهد العضل

دليل التدريب عند الراحة

- التغيرات في العظام

- التغيرات في العضلات

- التغيرات في الطاقه

- التغيرات في الجهاز التنفسي

- التغيرات في القلب والدوره الدمويه

دليل التدريب عند العمل المنتظم

دليل التدريب عند الجهد الشديد

- تدريبات الجهد الشديد والسريع

- تدريبات المطاولة

- تدريبات القوة

خصائص ومبادئ اعاده التدريب

المبدا الاول - اعاده اداء التمارين

المبدأ الثاني - انتظام تعاقب اعاده التمارين  
المبدأ الثالث - العلاقة الصحيحة بين العمل والراحه  
المبدأ الرابع / الزيادة التدريجية للجهد

### المبحث الثالث

#### اعداد الرياضى فى البيئات المختلفه

إعداد الرياضة في الطبيعة الجبلية  
الضغط الجوي والمرتفعات  
التدريب في المرتفعات  
ارتفاع درجة الحرارة والنشاط البدني  
الطرق المساعدة في تأقلم الرياضي مع الجو الحار جداً  
أهمية التوازن الحراري للرياضيين  
التدريب في الجو البارد  
التدريب في الأعماق





## المبحث الاول

### **الخصائص الفسيولوجية للجسم خلال مراحل التدريب المختلفة**

#### الخصائص الفسيولوجية للجسم خلال مراحل التدريب المختلفة

ان التدريب المستمر يؤدي الى تغييرات فسيولوجية في كافة الاجهزه الجسميه لتعمل بشكل اكثر كفاءه , وعموما عند ممارسه التمارين الرياضيه او التدريب يمر الجسم بثلاث مراحل هي :

#### مراحل التدريب

اولا - مرحلة التحضير ( الاعداد )

ثانيا - مرحلة العمل (الجهد )

ثالثا -مرحلة ما بعد الجهد ( الراحه والاستشفاء )

عادة ما تكون هذه المراحل متداخله مع بعضها ومترابطه , ومن المعلوم ان عند اداء اي جهد رياضي تتغير وظائف الجسم وفقا لنوع الجهد الممارس , حيث تظهر استجابات مختلفه قبل بدء العمل واثائه , ويحدث تداخل العمل العضلي مع نشاط الاجهزه المختلفه في الجسم , وعندما يستمر العمل العضلي لفترة طويله تظهر حاله الاستقرار , حيث تتوازن كمية الدين الاوكسجيني مع كميته الاوكسجين المستهلكه في الجهد ذو الشده دون القصوى , اما عند اداء نشاط عضلي قصوي ( عالي الشده ) يحدث انخفاض في القابليه الوظيفيه مما يسبب التعب , وحاله التعب تعد حاله وقائيه لانها تحافظ على الجسم وتمنع الوصول الى مرحله الارهاق .

بعد انتهاء العمل العضلي تبدا مرحله تعويض ما فقد من الطاقه الاحتياطيه , اي بدء مرحلة الاستشفاء لتعود وظائف الجسم الى حالتها

الطبيعية , وقد تطول فتره الاستشفاء عندما يكون التعب شديدا , كما ان القابليه الوظيفيه للرياضي تبقى دون المستوى المطلوب ولفتره طويله .  
تظهر مراحل الجسم المشار اليها (التحضير , الجهد , الاستشفاء) بشكل اكثر وضوحا في المنافسات التي تتطلب نشاط عضلي عنيف .

### اولا- مرحلة التحضير ( الاعداد)

في هذه المرحله تحدث تغيرات وظيفيه عديده في الجسم , ففي البدايه تظهر بعض التغييرات وبشكل مباشر عند اداء اي نشاط عضلي , حيث تظهر عند الرياضي تغييرات على شكل رد فعل انعكاسي , وتتغير وظائف الجسم استجابيه لمختلف الحوافز التي تعطي مؤشرات عن حاله النشاط المؤدي , ويبدأ التأقلم على حاله جديده , حيث يرتفع مستوى نشاط اجزه الجسم وتتكيف المواد المنتجه للطاقه للحاله هذه للاستجابيه السريعه ( بدا العمل العضلي ) , وتختلف هذه التغيرات في المرحله التحضيريه تبعاً للخصوصيات الفرديه للاعب ومستوى المنافسه , وكذلك مستوى التدريب وامكانيات المنافسه .

### التغيرات الوظيفيه في مرحلة التحضير

يمكن ملاحظه التغيرات الوظيفيه الاتيه في هذه المرحله :  
- ارتفاع التحفيز في الجهاز العصبي والجهاز الحركي  
- زياده نشاط القلب والتمثيل الغذائي (تزداد ضربات القلب الى ( ١٣٠ - ١٤٠ ) ضربه / دقيقه ,  
- يزداد نشاط الجهاز التنفسي (تهويه الرئه تزداد الى ( ٢٠ - ٣٠ ) لتر / دقيقه وتزداد الحاجه للاوكسجين ( ٢-٢,٥ ) لتر اكثر من حاله الاعتياديه .  
- يرتفع الضغط الدموي ودرجة حراره الجسم ويزداد التعرق .  
كلما زادت شدة النشاط العضلي كلما تظهر هذه التغييرات بوضوح اكثر .  
تختلف الاستجابيه عند الرياضيين في مرحلة التحضير حيث يتوقف ذلك على حاله الجسم الوظيفيه وخصوصيات المنافسه , و تظهر هذه التغيرات عند الرياضيين ذوي المستويات المتقدمه في بدايه النشاط فقط .

وبشكل عام هناك ثلاث انواع من الاستجابات في مرحلة التحضير ( التحضير القتالي , القلق والخامل )

### انواع الاستجابات في مرحلة التحضير

#### - التحضير القتالي

تلاحظ عنده التغييرات الآتية:

- ارتفاع تحفيز الجهاز العصبي المركزي , والذي له تأثيرا ايجابيا على تحسين سير المباراه ونتائجها , حيث يكون الاداء الوظيفي العصبي متوازن .  
- زيادة نشاط الوظائف الحركيه للجسم وفقا لارتفاع النشاط العضلي وشدته.

في حاله التحضير القتالي يكون الرياضي مهيباً للعمل بشكل اكثر ثقه للتنافس والوصول الى الفوز , ويتمكن من تقييم امكانياته وامكانيات منافسه بشكل صحيح. وهذا ما يوفر له فرصه كبيره للفوز في المباراه , ولكن النتائج لاتكون ايجابيه في جميع حالات التحضير القتالي.

#### - التحضير القلق

يتميز هذا التحضير بكثره الانفعالات والتحفيز العالي , ويحدث ارتفاع في الوظائف الفسيولوجيه للجسم قبل بدء النشاط بحيث يفقد الرياضي الكثير من طاقته , مما قد يؤدي وفي بعض الاحيان الى فقدان التوافق الحركي , والى ظهور اخطاء تكتيكيه , وهذا ما يسبب تأثيرا سلبيا على النتائج الرياضيه .

في بعض الحالات يؤدي فيها التحفيز القلق الى رفع القابليه الوظيفيه عند الرياضيين وخاصة ذوي المستويات الرياضيه العليا والذين يتميزون بقوه الجهاز العصبي .

#### التحضير الخامل

يتميز هذا النوع من التحفيز بأرتفاع واضح للعرقله في الوظائف الجسميه وخللها , ويظهر التحفيز الخامل نتيجة لتحفيزات شديده والمستمره لفتره طويله قبل بدايه النشاط مما يسبب العرقله وعدم

التوازن في الوظائف العصبية , كما تظهر حالات شد وتوتر وضغط نفسي , مما يؤدي الى نتائج رياضية فاشله. في هذا النوع من التحضير يؤدي الرياضي نشاطه بدون مبالاه , وهذه الظواهر بسبب ردود الفعل الدفاعيه , عندما يكون الرياضي غير واثق من قدراته وتكون له رغبه شديده للانسحاب وعدم المشاركه في المباراه , عند ذلك يكون الرياضي غير مستعد للعمل , ويسيطر عليه الخوف , وهذا مما يزيد من قوه خصمه وفي النتيجة يكون عمله سلبيا .

### تنظيم حاله التحضير

تنظم مرحلة التحضير عند الرياضي بشكل اكثر ملائمه ونوع النشاط الممارس عن طريق ما يأتي :

- **التدريب على التمارين الرياضيه المختلفه وبشده مختلفه .**
- **ضرورة اخضاع الرياضي لمنافسات مستمره اثناء التدريبات وعند الاعداد للمنافسات قبل بدايتها , وذلك لكي يتم التكيف على الجهد النفسي والبدني العالي اثناء المنافسه .**
- **اجراء الاحماء قبل بدايه المنافسه بشكل يتناسب وحجم المباراه والجهد المبذول اثنائها , وكلما كانت التمارين المستخدمه اثناء فتره الاحماء مشابهه للتمارين المتستخدمه في المباراه وكثيره , كلما ازداد تحفيز الجهاز العصبي وبقية الاجهزه المشتركه في النشاط , وبعكس ذلك فان التمارين البعيده عن طبيعه المباراه والمؤداة لمده طويله تسبب انخفاض في تحفيز اجهزه جسم الرياضي .**
- **استخدام المساج للتخلص من الانفعالات الغير المطلوبه في المباراه حيث يؤدي المساج الى تقويه المحفزات الحركيه ويؤثر على الجلد ويزيد من التأثير الايجابي للاحماء .**
- **اداء التمارين التنفسيه ( حركات الشهيق والزفير ) عدّه مرات وبعمق قبل بدء المنافسه .**
- **اتباع نظام خاص في ايام المنافسات , بحيث يكون يوم رياضي مطابق وحسب الامكانيات المتوفره لحاله المنافسه , لان اي خلل في ذلك يؤدي الى انخفاض القابليه الوظيفيه للرياضي ويحدث ضغط اضافي على الاجهزه الجسميه عند التأقلم على الحاله الوظيفيه الجديده .**

- يجب على الرياضي توجيه انفعالاته وبشكل يحمله يستخدم جميع الوسائل المؤثرة مثل ( التحليل الصحيح للعمل المقبل عليه وتقويم امكانيه خصمه ).

### الاحماء ودورة الفسيولوجي في مرحلة التحضير

يقصد بالاحماء النشاط العضلي الخاص والمؤدى قبل المنافسه او التدريب و يعد العمل الاساسي في حالات التدريب . ويختلف الاحماء حسب نوع الرياضة و شدة النشاط و استمراره و يتراوح بين ( ٣-٣٠ ) دقيقة و أحيانا أكثر من ذلك .

#### أهمية الاحماء

- يساعد على تسريع مرحلة عمل الاجهزة الجسمية  
- ينقل الجسم بسرعة من حالة الهدوء الى حالة العمل  
يتكون الاحماء من مجموعة تمارين مختلفة ذات أجزاء عامة و خاصة :

#### هدف الجزء العام للاحماء

- رفع مستوى التمثيل الغذائي وتبادل المواد  
- رفع درجة حرارة الجسم  
- تحسين التنفس والدوره الدمويه  
- تحفيز الجهاز العصبي المركزي والجهاز الحركي  
ذلك يتم عن طريق استخدام تمارين ذات صفة وتأثير عام والتي تشكل الجزء العام من الاحماء .

#### هدف الجزء الخاص للاحماء

- تقوية المهارات والخبرات الحركية والتي تدخل ضمن متطلبات النشاط المؤدى.  
- تنظيم العلاقة بين نشاط الجهاز الحركي وأعضاء النموفي الجسم .  
ان تمارين الجزء الخاص يجب أن تتناسب مع خصوصية الحركات الاساسية المستخدمة في النشاط الممارس .  
العلاقة بين الجزء العام و الخاص للاحماء ترتبط بمستوى التحضير العام و الخاص للرياضي .

#### تأثيرات الاحماء الفسيولوجيه على الجسم

- يؤدي الى رفع التحفيز وعدم استقرار المراكز العصبية و العضلات .
- يعمل على الاستجابة السريعة تجاه المحفزات
- يعمل الاحماء فى حالة النشاط العضلى الشديد على تنشيط الوظائف القلبية و التنفسيه و ينشط استخدام الاوكسجين و توزيعه بين الانسجة
- يؤدي الى نمو نشاط الانزيمات و التى تساعد على سير التغيرات البيوكيميائية بشكل سريع و خاصة فى الانسجة العضلية .
- يقلل الاحماء من تصلب العضلات و يزيد مطاطيتها و يحميها من الاصابات المختلفة
- يعمل على نمو التوافق فى اداء الحركات الرياضية
- يعمل الاحماء على التكيف وفق التغيرات البيئية التى يتعرض لها الرياضى.
- يزيد من نشاط الغدد الفرعية التى تعمل على التبادل الحرارى و الغذائى .
- يسبب الاحماء تعرقا شديدا , وعند ذلك يجب التوقف عن أداء التمارين , وذلك لأن عند هذا الحد يكون الجسم مهياً لاحداث تغيرات فعالة , وخاصة عندما يتكون حامض اللبنيك الذى يسبب افرازه بشكل كبير تأثيرا سلبيا على العمل الرياضى .

### فترة الراحة (الفترة بين الاحماء و بداية النشاط الاساسى)

- يبقى تأثير الاحماء لفترة معينة تتوقف على حجم ومدة استمرار العمل الذى يهيا له , وكذلك تبعا لخصوصية النشاط الرياضى وفترة استمراره وشدته وكذلك الخصوصيات الفردية واستعداد الرياضى وحالته الوظيفية .
- يجب أن تكون فترة الراحة بين الاحماء و بداية النشاط ليست كبيرة جدا , لأن ذلك يخفض كثيرا من تأثيره أو حتى يفقد تأثيره , والفترة المثالية للراحة تتراوح ما بين (٣- ١٥) دقيقة وفى حالة اطالة فترة الراحة مابعد الاحماء من الضروري اعادته قبل بدء النشاط .
- يستطيع كل من المدرب واللاعب تقدير الفترة اللازمه للاحماء ومعرفة مدى استمرار الاحماء الفردى , وكذلك مقدار الراحة بين الاحماء وفترة بدء النشاط .وعادة تنظم تمارين الاحماء قبل فترة

التحضير ، وتستخدم تمارين ذات تحفيز واطيء للوظائف الجسمية عندما تكون الحركة مفاجئة , وتستخدم تمارين بسيطة فى حالة تحفيز وظائف الجسم الغير كافي , ولايجوز تغيير نوع الاحماء قبل بدء الجهد ,

### **ثانيا- مرحلة العمل ( الجهد )**

يقصد به الارتفاع التدريجى فى القابلية الوظيفيه فى بداية مرحلة النشاط و تكيف الجسم لمستوى أعلى من العمل . يعد العمل قانون طبيعى عام يوجد فى مختلف النشاطات سواء كانت فكرية أو عضليه .

زمن استمرار العمل له علاقة وطيدة بخصوصية النشاط و شدته و الخصائص الفردية للرياضى ومستوى تدريبيه وحالة الجسم أثناء تأدية الجهد . عند الجهد عالي الشده تكون التغيرات الوظيفية كثيرة وواضحة أثناء الاداء , حيث يسير العمل بشكل سريع , وفترة استمرار الجهد تستغرق وقت قصيرا او طويلا حسب نوع الفعاليه كما فى جري المسافات القصيرة والطويله .

فى المسافات القصيرة يعمل الجهاز العصبى و العضلى بشكل أكثر نشاطا , كما تفقد الطاقة بشكل سريع , وتشارك الأجهزة الجسمية فى العمل بشكل أنى لغرض اخراج الحركة بالشكل المطلوب , وتحدث تغيرات فى الدورة الدموية و التنفس (مثلا عند عدائى المسافات القصيرة ال (١٠٠م) يسير العمل بسرعة و يتميز بأن الوقت الذى يقضيه العداء فى اجتياز ال ١٠م الاولى أكثر من الفترة التى يقضيها فى اجتياز ال ١٠م الوسطية فى المسافة و سرعة الجرى تصل الى الحد الاقصى بعد (٥-٦) ثوانى من بداية الجرى. أما عند العدائين ذوى المستوى العالى , ارتفاع سرعة الجرى لا تلاحظ فى أقل من (٣٥-٤٠) م من بداية المسافة , وهذا يعنى أن عمل الاجهزة الجسمية و العوامل البايوكيميائية تحدث بعد فترة من بدء النشاط .

اما فى حالة النشاطات التى تستغرق فترة طويلة و التى تحتاج شدة قليلة تسير الوظائف الفسلجية بشكل بطئ و العمل يحدث بهدوء . عند اداء الحركات الرياضية الصعبة التى تتطلب توافق الحركى الدقيق , أو عند الانتقال من نشاط الى آخر اى كلما كانت الحركة الرياضية



معقدة و تتطلب سرعة عالية وتغيير فى النشاط كلما احتاجت الى تغيير فى الوظائف الفسيولوجية بشكل يتلائم ومتطلبات الحركة . العمل العضلى يساعد على تحسين توجيه الحركة وتوافقها , وترتفع الوظائف الانمائية وعمل الجهاز الحركى والاجهزة الداخلية . فى بداية النشاط تترتفع وظائف أجهزة الجسم بشكل غير متساوى حيث ترتفع أولوظائف الجهاز الحركى قبل الأجهزة الداخلية وعند نشاط العضلات ( ٢٠-٦٠ ) ثانياه يصل عدد ضربات القلب الى المستوى المطلوب , أما السعة القلبية و تهوية الرئة وتعويض النقص الاوكسجينى فيستمر الى بعد النشاط من ٣-٥ دقائق و أحيانا لفترة اطول

### - حالة الاستقرار

بعد انتهاء مرحلة العمل ( الجهد ) عند النشاط سواء كان شديدا او لا , تظهر حالة الاستقرار , وفى هذه المرحلة ينتهى فيها ترتيب و تركيب الحركة وتطوير الوظائف الانمائية ( الدورة الدموية و التنفس ) ويرافق هذه المرحلة انخفاض فى استهلاك الاوكسجين على وحدات العمل أى انخفاض فى طلب الاوكسجين و ارتفاع الحصول عليه بالمقارنة مع مرحلة البداية فى الجهد , علما ان عند اداء التمارين الرياضية ذات الشدة القصوى و تحت القصوى ( المسافات القصيرة والمتوسطه فى الجرى لا يمرون بهذه الحالة ) (الحالة المستقرة ) . تكون حالة الاستقرار اما حقيقية أو كاذبة .

### حالة الاستقرار الحقيقية

تظهر هذه الحالة عند التمارين المحدودة القوة والتمارين الدائرية المنظمة مثلا فى (جرى المسافات الطويلة جدا) فى حالة الاستقرار الحقيقية يمكن الحصول على الاوكسجين خلال تنفيذ العمل , والدين الأوكسجينى الذى يظهر أثناء مرحلة العمل يكون قليلا ويتم تعويضه أثناء الجهد , أما استشفاء التهوية الرئوية وحجم الدم خلال الدقيقة والضغط الدموى والمتغيرات الوظيفية الاخرى تتم تبعا لشدة العمل وفترة استمراره , وفى هذه الحالة يحدث التبادل الهوائى فى الانسجة ويحافظ المحيط الداخلى على التوازن الحامضى القلوى.

## حاله الاستقرار الكاذبة

تتميز هذه الحالة كما في الحالة الحقيقيه بثبات الوظائف الفسيولوجية , ولكن تصل الى مستوى عالي جدا للامكانية القصوى للرياضي .  
تظهر حاله الاستقرار الكاذبه بعد انتهاء مرحله العمل عند اداء النشاطات المتكرره الدائرية بشده عالية تستمر من ( ٤٠-٥ ) دقيقة مثلا عند الجري لمسافه ٥٠٠٠ - ١٠٠٠٠ متر عند حاله الاستقرار الكاذبه يبلغ استخدام الاوكسجين بحدود ( ٥-٤ ) لتر في الدقيقة بينما يتطلب العمل ( ٧-٦ ) لتر في الدقيقة , ولهذا من بدايه العمل الى نهايته يتجمع دين اوكسجيني يمكن ان يصل الى حد عالي ( ١٦-١٢ ) لتر عند حاله الاستقرار الكاذبه وتصل ضربات القلب الى ٢٠٠ ضربه /دقيقة , وحجم الدم في الدقيقة يصل الى ٣٠ لتر/دقيقة , التهويه الرئويه تصل الي ١٢٠-١٥٠ متر/دقيقة , وعدد مرات التنفس تصل الى ٦٠-٨٠ مره في الدقيقة , الضغط الدموي يصل الى ٢٠٠-٢٤٠ ملم زئبق , وهذا الارتفاع في معدلات الوظائف الفسيولوجيه يحدث نتيجة النمو الكبير الذي يحدث في الجسم , ويمكن ان تبقي حاله الاستقرار الكاذبه لعدة دقائق مع تذبذب بسيط .  
استمرار العمل في حاله الاستقرار الكاذبه يعتمد بشكل اساسي على قوه النظام اللاهوائي وذلك لتجمع عدد كبير من المخلفات الحامضية وخاصة حامض اللبنيك في العضلات و الدم .

## النقطة الميتة (التنفس الثاني)

بعد البدء بالنشاط تنخفض القابلية الوظيفيه للجسم ( و هذا الانخفاض الوقتي للقابلية الوظيفيه عند الرياضي تسمى بالنقطة الميتة )  
تظهر النقطة الميتة عند التمارين الدائرية ذات الشدة القصوى و تحت القصوى حيث يشعر الرياضي عندها بالاعراض الاتيه :  
- تعب شديد مع ثقل الرجلين

## - تقييد الحركة

### - ضيق في الصدر مع لهاث

غالبا ما تظهر النقطة الميتة عند الرياضيين المبتدئين , وذلك لعدم توافق نشاط الجهاز الحركي مع عمل الاعضاء الداخلية.

### علامات النقطة الميتة

- ينخفض نشاط العمل

- يزداد الطلب للأوكسجين

- تقل سرعة الحركة مع اختلال في التوافق الحركي

يعتمد التغلب على هذه الحالة على الارادة الشخصية للرياضي حيث يستطيع تحاشيها , ومن ثم يبدأ التنفس ثانية الذي يمكن أخذه بحرية عند الحركة حيث يسبب الاحساس بسهولة الحركة مع توازن التنفس .

التغلب على النقطة الميتة يسبب الانخفاض القليل في شدة العمل مع زيادة التنفس بتوقف (اي تحدث فاصله عند الزفير العميق مع تعرق شديد ) . وعند الرياضيين المتدربين والمتقدمين لا تظهر النقطة الميتة أبدا .

### الجهد النافع

هو نسبة الجهد المصروف نسبة الى العمل المنجز او هوامكانية ماتحوله العضله من الطاقه الى عمل حركي وتقاس الطاقه المصروفة بقياس كمية الاوكسجين المستهلك , ويمكن قياس العمل المنجز بتطبيق القانون الاتي :

العمل او الشغل = القوة × المسافه

لقد قيس الجهد النافع عند الانسان وهو يساوي ( ٢٠ - ٣٠ % ) ويعني ذلك ان الانسان يستعمل لتحقيق عمل ما ١/٥ الى ١/٤ من طاقته المستهلكه وبقية الطاقه تكون على شكل طاقه حراريه .

### العوامل التي تؤثر على الجهد النافع عند الانسان:

#### - نوع العمل

ان الجهد النافع في العمل الثابت اقل منه عند العمل المتحرك

#### - شدة الجهد

كلما ازداد الجهد وارتفع الاجهاد كلما قل الجهد النافع , وعلى العكس الجهد القليل والغير متعب يرفع من قيمة الجهد النافع .

### - سرعة الجهد

زيادة سرعة الجهد العاليه وكذلك شدة بطئه في انجاز العمل يخفض من قيمة الجهد النافع

### - الحركات المصاحبه

الحركات الجانبية التي لاتدخل ضمن العمل تؤثر بشكل كبير على قيمة الجهد النافع , اي ان اتقان المهارات بشكل دقيق يسبب زيادة الجهد النافع .

### - العمر

ان قيمة الجهد النافع العليا عند الانسان تكون في سن ( ٢٠ - ٣٠ ) سنه وقد يزداد عند الرياضيين وخاصة عدائي المسافات الطويله . الى اكثر من ذلك .

### التعب العضلي

التعب العضلي ظاهرة حياتية فسيولوجية طبيعيه وهو هبوط وقتي نسبي في مستوى القدرات الوظيفية المختلفة بدنية وعقلية وحسية وانفعالية , عند القيام بعمل متعلق بتلك القدرات . او هبوط وقتي في المقدرة على الاستمرار في أداء العمل ولفتره من الزمن ويظهر التعب بصورة الم في موضع العضله .

### التغيرات الفسيولوجيه الأساسية التي تحصل عند التعب العضلي

تشمل ماياتي

- تراكم المواد الناتجة عن العمل العضلي مثل حامض اللاكتيك والبايروفيك .

- استنفاد المواد اللازمة للطاقة مثل ثلاثي فوسفات الادينورين ATP وفوسفات الكرياتين CP , الكلايوجين .

- حدوث تغيرات في الحالة الفيزيائية في العضلة (تغيرات كهربائية وتغير خاصية النفاذية في الخلية العضلية).
- اختلال التنظيم والتوافق على مستوى الخلية في تنظيمات الأجهزة الحيوية سواء طرفياً أو مركزياً .

### علامات التعب العضلي

- يظهر التعب بشكل انخفاض وقتي في القابلية الوظيفية والتي تظهر نتيجة عمل عضلي معين ومن اهم علاماته :
- بطء الحركة مع انخفاض انتاجية العمل
- فقدان ( الدقة و التوافق و ايقاع الحركة ) وزيادة الأخطاء كنتيجة لأختلال التناسق في الاداء.
- اشتراك عضلات اضافية في العمل .
- خلل فى انبساط العضلات , واختلال الحركة التوافقية بين النشاط الحركي و الوظائف الانمائية .
- انخفاض التحفز وعدم استقرار الانسجة العصبية و العضلية كذلك الاجهزة الحسية.
- خلل فى وظائف الانزيمات التي تساعد على تمثيل المواد التي توفر الطاقة للنشاط العضلي .
- عدم التناسق بالعمل الوظيفي من خلال زيادة صرف الطاقة
- عدم الكفاية في خلق وتكوين حركات جديدة ومفيدة واستيعابها
- تزداد ضربات القلب والحركات التنفسية ويقل حجم التقلصات و عمق الشهيق والزفير و يلاحظ تعرق الجسم الشديد عند زيادة التعب .
- من الجدير بالذكر , كلما كان العمل العضلي شديدا كلما ازدادت التغيرات الوظيفية وظهر التعب , وللتعب علاقة وطيدة بالبيئة الخارجية وخصوصية الرياضة الفردية ومستوى التدريب.

### أهمية التعب

- يحافظ التعب على الجسم من الاجهاد , وفى مقدمة ذلك حماية الانسجة العصبية من فقدان وظيفتها.

ان استمرار التأثير الانفعالي أثناء العمل يؤدي الى رفع قابلية الجسم الوظيفيه , وذلك يسبب تأثير الجهاز العصبى السمبثاوي والهرمونات , خاصة الغدد فوق الكليتين , كما ان الانفعالات السلبية وفقدان الحماس يخفض من قابلية الجسم الوظيفيه ويسبب ظهور التعب بسرعة . عند ظهور التعب على الجسم بكامله تحدث تغيرات معقدة وملازمه لعمل الجهازين العصبى و الحسى , و كذلك الجهاز الحركى والغدد فى الأعضاء الداخلية .

أن سبب التعب و نموه يكمن فى الجهاز العصبى المركزى وخاصة قشرة النخاع الرأسى حيث أن خلاياه العصبية تقل مطاوتها الوظيفية , وتستنفذ بسرعة وظيفتها بالمقارنة مع خلايا الجسم الاخرى , كما تحدث فيها العرقلة بسرعة قبل الخلايا الاخرى , حيث تنخفض قابليتها على العمل فى البداية , مما تسبب عرقلة مزمنة بالتالى تؤدى الى استنفار وظائف الجسم.

يرتبط التعب بالحالة الوظيفية للجهازين العصبى و العضلى , وان تجمع المخلفات جراء نشاط خلايا الانسجة فى الدم , وقلة السكريات و الاوكسجين فيه يسبب خلل فى التمثيل الغذائى للماء و الاملاح وكذلك بسبب نقص الهرمونات .

يؤثر التعب على المنعكسات الشرطيه ذات العلاقه بحاله الجسم ووضعه ويحدث هذا التأثير مبكرا كعمل بدني متعب .

## انواع التعب

اولا- يقسم التعب الى ثلاثة اقسام (موضعى , منطقه , عام ) حسب

### مناطق حدوثه :

#### - تعب موضعى

عنداشتراك اقل من ٣/١ العضلات فى النشاط البدني الممارس .

#### - تعب منطقة

عنداشتراك من ٣/١ الى ٣/٢ من حجم العضلات فى النشاط البدني الممارس .

#### -تعب عام

عنداشتراك اكثر من ٣/٢ من حجم العضلات فى النشاط البدني الممارس .

ثانياً- يقسم التعب حسب التغيرات الفسيولوجية التي تحدث  
اثناءه الى ( موضعي ومركزي):

#### - التعب العضلي الموضعي

هو عمل فسيولوجي معقد ويكون على عدة صور منها:

#### الكيميائية

حيث تكون نسبة كل من عنصري البوتاسيوم داخل الخلية والصوديوم خارج الخلية ٩٧% فتصبح الخلية كوحده كهربائية , وعند العمل العضلي يسمح جدار الخلية بخروج البوتاسيوم الى خارج الخلية العضلية , وبخروج البوتاسيوم ينتهي عمل الخلية العضلية.

#### الكهربائية

حيث تنتقل الشحنات الكهربائية السالبة في الجزء التقلصي للعضلة الى الاجزاء الاخرى غير المتقلصة حتى تتعادل الشحنتين بعدها ينتهي عمل الخلية العضلية .

#### - التعب العضلي المركزي

يحدث التعب العضلي المركزي نتيجة انتقال الشعور بالآلم من العضلة الى المراكز الدماغية بواسطة العصب الحسي ووصول المثبط للعمل الحركي من المراكز الدماغية الى العضلة لايقاف عملها , والتعب العضلي المركزي عمليه وقائيه الغرض منها المحافظة على سلامة العضلات ويتميز بطول زمن المنعكس عند الشخص المصاب .

ثالثاً - يقسم التعب حسب اسبابه الى خمسة اقسام ( البدني , الحسي

, الانفعالي , العقلي , النفسي )

#### - التعب البدني

ينتج عند أداء النشاط البدني والوصول به الى درجة كبيره من الاجهاد , حيث تحدث تغيرات بيوكيميائية ينتج عنها ظهور حامض اللاكتيك في ظروف قلة الأوكسجين في الدم كما في الفعاليات الرياضية التي تؤدي بسرعه كبيره وبأقل زمن (عدو ١٠٠ متر ) .

#### - التعب الحسي

ينتج عند استخدام الحواس لفترة طويلة من الزمن بدون راحة , كما في الرماية .

#### - التعب الانفعالي

يحدث عندما يتسابق اللاعب مع منافسين على مستوى كبير ويخشاهم , مما قد يؤثر على قدرته في الأداء , أو عندما ينتهي من مباراة وهو غير راض عن نتائجها بسبب سوء تحكيم أو عدم تعاون الفريق .

#### - التعب العقلي

يحدث في الألعاب التي تحتاج الى عمل الجهاز العصبي بتركيز عالي ولفترة طويلة , كما في الشطرنج .

#### -التعب النفسي

يحدث عندما يكون هناك خلل او اصابه بمرض نفسي عند اللاعب .

#### رابعاً - انواع التعب حسب التعويض في الطاقه

#### يشمل ( التعب التعويضي وغير التعويضي )

#### - التعب التعويضي

عند هذا النوع من التعب يبقى مستوى القابلية البدنية محافظا عليه , بسبب تحفز الجهاز العصبي المركزي مع توتر شديد في أجهزة الجسم الاخرى ( الجهاز العضلي , الأوعية الدموية والقلب والجهاز التنفسي), حيث يتم التغلب على الشعور بالتعب , عندما لا توجد ضروره للتعويض , وفي نهايته تظهر اللاقتصاديه في العمل العضلي , حيث تشترك وحدات حركيه كثيره , وتفقد الطاقه بشكل كبير في العمل , مع حدوث تغييرات كبيره في الحركة , يمر التعب التعويضي أو(التعب المستتر) بثلاث مراحل هي :

- مرحلة التغلب الاعتيادي على الشعور بالتعب ,عندما لا توجد هناك ضرورة للتغيرات التعويضية .



- المرحلة اللاقتصادية للعمل حيث (تشارك فيها الوحدات الحركية الفعالة والثانوية )
- مرحلة التعويض الحركي للتعب .

### - التعب الغير التعويضي

يتميز بانخفاض القابلية الوظيفية , ولا يستطيع الرياضي السيطرة على هذه الحالة حتى و ان استخدم كامل قابليته البدنيه , ومن المعروف ان امكانيات الجسم التعويضية محدوده لذلك تهبط السرعة في مراحل العمل النهائيه رغم زيادة تردد الحركه , وفي هذا النوع من التعب تنشط العرقلة الكامنة فى المراكز العصبية والتي تقود بالتالى الى ايقاف نشاط الرياضى .

### قياس التعب

يمكن قياس التعب من مظاهره الخارجية عن طريق , **قلة كمية العمل الميكانيكي المؤدي** وحيث ان التعب هو محصلة التغيرات التى تحدث في مختلف الأعضاء والأجهزه الجسميه خلال فترة أداء العمل البدني , والتي تقود في النهاية الى استحالة استمرارها , تتصف حالة التعب بانخفاض حالة الأداء الذي يظهر في الأحساس الشخصي بالتعب , في حالة التعب تفقد قدره على المحافظة على مستوى الشدة المطلوبة أو تكتيك الأداء أو فقدان الاستمراريه في الاداء .

## درجات التعب

تختلف الحركات المختلفة في درجة التعب , فمثلا الحركات الايقاعية تسبب تعباً أقل من الحركات التي تتطلب شد ذهنياً , والتي تستوجب أثناء تأديتها تغيرات في ( القوة والمدى والاتجاه ) حيث تسبب تعباً أكثر , وقد يكون التعب العضلي ناتج عن حمل التدريب ويقسمه فولكن في خمس درجات وكما يأتي :-

## الدرجة الأولى من التعب

التعب الذي يظهر بعد تدريب عادي متوسط الشدة , حيث يشعر اللاعب بتعب بسيط سرعان ما يزول بعد فترة زمنية قليلة , ولا يسبب هذا النوع من التعب أي هبوط في المستوى البدني او المهاري للاعب , وهو كثير الحدوث عند الرياضيين وخصوصاً المبتدئين منهم .

## الدرجة الثانية من التعب

يظهر هذا النوع من التعب عندما يكون اللاعب دون المستوى في اللياقته البدنيه , وبعد أداء وحدة تدريبية بحمل أقصى أو أقل من الأقصى , وتعد هذه من درجات التعب الحاد والذي له تأثير فسيولوجي سلبي على اللاعب , و يتمثل بزيادة في معدل ضربات القلب وارتفاع في ضغط الدم , وقد يؤدي الى اختلال في عمليات التمثيل الغذائي وهذه التغيرات الفسيولوجية تسبب انخفاض الكفاءة البدنية والقوة العضلية .

## الدرجة الثالثة من التعب

تظهر عندما ينتهي اللاعب من وحدة تدريب ذات شدة عالية أو منافسة قوية وعندما يكون اللاعب غير مؤهل لها , أوقد يكون أدائه في المنافسة بعد مرض أوحالة نفسية واجهت اللاعب ولم يشف منها بعد , ويلاحظ خلل في الأجهزة الوظيفية للجسم والتي تؤدي الى عدم استقرار المستوى والاصابه بالاجهاد حيث تسمى هذه الدرجة ( درجة الاجهاد ).

### الدرجة الرابعة من التعب

تظهر عندما يكون حمل التدريب غير مقتن والنتائج عن عدم الانسجام بين مكونات الحمل من شدة وراحة وحجم والخاص بالوحدات التدريبية , مع عدم الالتزام بالتدرج بحمل التدريب , أو الاشتراك في عدة منافسات , ويسمى هذا النوع من التعب ( تعب التدريب الزائد ) والنتائج عن الحمل الزائد .

### الدرجة الخامسة من التعب

تظهر عند وصول اللاعب الى حالة اللامبالاة والتي يصحبها ارق زائد وألام مختلفة وخفقان في القلب واختلال في الوظائف الحيوية للجسم , حيث تعد هذه الدرجة من الحالات المرضية التي تصيب اللاعبين , وهي صفة ظاهرة عند اللاعبين الذين يعانون من عدم استقرار الجهاز العصبي , وتسمى هذه الدرجة من التعب بحالة ( الاعياء العصبي ) .

### اسباب تأخر ظهور التعب عند الرياضي

- يتأخر ظهور التعب عند الرياضي لعدة أسباب منها :
- تناسب كمية الدم الواصلة للعضلات العاملة مع كمية المجهود الذي يقوم بأدائه .
  - قدرة الأوعية الدموية على الأتساع بسرعة لسد حاجة العضلات .
  - وجود مواد الطاقه بوفرة في العضلات .
  - توافق الجهازين العضلي والعصبي (التوافق العضلي العصبي ) .
  - ازدياد القوة الميكانيكية للعضلة .

- الاقتصاد في الطاقة لمعرفة الاتجاهات ومسارات الحركات المختلفة  
نتيجة لمعرفة اللاعب السابقة بالحركات .

### العوامل التي تسرع التعب عند مختلف انواع النشاطات العضليه

#### - التعب عند الجهد المنظم الدائري ذو الشده القصوى

كما في الجري لمسافات قصيره التي يستمر الجهد فيها لفترة لاتزيد عن (٢٠-٣٠ ثانيه) , حيث يظهر التعب بشكل سريع جدا , وذلك بسبب التغييرات الوظيفية الكبيره التي تحدث في المراكز العصبية وفي العضلات المشاركه في الجهد , حيث ان العرقلة في وظائف الاعصاب في خلايا النخاع الرأسي تسبب انخفاض حركته العضلات وبالتالي انخفاض القابليه الوظيفيه للرياضي.

النشاط العضلي في جري المسافات القصيره يعتمد على الطرق اللاهوائية لتوفير الطاقه اللازمه لنشاطه , والتي تسبب تجمع حامض اللبنيك والحوامض الاخرى مما تحفز الانسجه العضليه وعدم استقرارها وتخفف من فترة ارتخائها , لذلك تقل سرعه الحركه عند الرياضي .

#### - التعب عند الجهد المنظم الدائري ذو الشده تحت القصوى

كما في جري المسافات المتوسطه حيث يستمر الجهد لفترة (٣-٥) دقائق , وان النشاط الشديد للعضلات , وكذلك نشاط الاعصاب الكبير يسبب ضيق في نشاط المراكز العصبية ويخفض من قابليتها الوظيفيه . عند العمل بشده تحت القصوى يتجمع دين اوكسجيني كبير يصل الى (٢٠-٢٢ لتر) وتمثيل المواد في العضلات يجري بشكل كبير بالطرق اللاهوائية .

ان تمثيل الحوامض يزداد عند الراحة (١٥ - ٢٠) مره بالمقارنه مع وقت الجهد , بحيث يتجمع الدم وسوائل الانسجه وبشكل سريع , وينخفض نشاط الوظائف في المراكز العصبية , ويصبح نشاط الجهاز التنفسي والدوره الدمويه غير كافي مع انهما يعملان بكامل طاقتهما الوظيفية , وذلك لان **النقص الاوكسجيني الكبير** يسبب حدوث تغيرات كبيره في العضلات وكذلك في البيئه الداخليه للجسم , ولذلك ان سرعه ظهور التعب في العمل ذو الشده تحت القصوي مرتبط بضيق المراكز العصبية والتوتر الحاصل في الجهازين التنفسي والقلب , كذلك **التغيرات الكبيره في البيئه الداخليه للجسم وفي انسجه العضلات .**

#### التعب عند العمل المنظم الدائري ذو الشده العاليه

كما في جري المسافات الطويله , عند هذا العمل يتم النشاط العضلي وفق حاله الاستقرار الكاذبه , ولكون مجال العمل في هذه المسافات كبير ( الفتره الزمنيه ) لهذا يكون طلب الاوكسجين كبيرا ايضا ويظهر دين اوكسجيني كبير (١٢ - ١٦) لتر, ورغم ان الدين الاوكسجيني اقل من حاله التمارين ذات الشده تحت القصوى ولكنه يؤثر على الجسم لمدته اطول .

ان **النقص الاوكسجيني الكبير وكذلك التوتر في وظائف اجهزة التنفس والدوره الدمويه** يسبب ظهور التعب , ولكن تحلل نواتج المواد الغير مؤكسده في الدم , وكذلك **انخفاض افرازات الغدد للهرمونات في الاجهزه الداخليه وخاصه فوق الكلتيين الكظريه** ( التي تحافظ على البيئه الداخليه للجسم باستمرار ) هي التي تلعب الدور الكبير ظهور التعب وزيادته .

#### التعب عند العمل المنظم ذو الشده المحدوده

كما في المسافات ما فوق الطويله , حيث يتم النشاط العضلي فيها وفق حاله المستقره الحقيقيه تنجز هذه النشاطات خلال عشرات الدقائق اوحتى عده ساعات , ولهذا زياده التعب عند المسافات ما فوق الطويله ضئيل .لانه عند اداء نشاط واحد متشابه وباستمرار فان التحفيزات المختلفه في العضلات العامله تحدث تأثيرا رتبيا على الخلايا العصبية ,

فتسبب انخفاضاً في قابليتها الوظيفية , ولكن في نهاية العمل يحدث اختلال التوافق الحركي .  
للتعب علاقة كبيرة أيضاً بشدة الجهد المسلط على أجهزه الأوعية الدموية والقلب والجهاز التنفسي , لذا عند العمل بشدة محدوده **تنخفض** نسبة السكر في الدم والتي تعد السبب الرئيسي في انخفاض القابليه الوظيفيه , كذلك **التعرق الشديد** في جسم الرياضي يسبب اختلال توازن الماء والأملاح المعدنية .

### التعب عند العمل ذو الشده المتغيره في الالعاب الرياضيه ( القتال الفردي )

ان تغيير المؤثرات بشكل مستمر تبعاً لتغير الحاله من العوامل المهمه لظهور التعب , وان العمل المتوازن يسبب تعباً اقل من العمل المتغير الذي يتطلب السرعة في رفع وخفض الشده.  
ان اداء متطلبات جديده كذلك ترفع وتضاعف التعب , حيث تتأثر الاجهزه الحسيه وتختل سرعه الحوافز سواء كانت بسيطه او معقده .  
ان نقص وانخفاض الاوكسجين في اغلب الالعاب (كره السله كره القدم وغيرها..) يسبب انخفاض القابليه الوظيفيه , ويظهر التعب بسرعه عند العمل ذو القوه العاليه المستقره , حيث يقوم الجهاز العصبي المركزي بالدور الرئيسي في الاداء , لانه عند العمل المستقر تسير الحوافز من العضلات المتقلصه بشكل مستمر الى خلايا النخاع الراسي وخاصه القشره والخلايا العصبية بدورها تقوم بإرسال الحوافز بشكل مستمر الى العضلات لكي تحافظ على تقلصها , لذلك تبقى الخلايا العصبية في حاله تحفز دائم فلماذا تنمو العرقله .  
يحدث التعب عند التقلص الثابت وبسبب قله الدم في العضلات يحدث اختلال في التقلص العصبي واما عند التمارين الجمناستيكيه العاليه الشده يظهر التعب بسبب انخفاض قوه العضلات وشده تحفزها .  
عند ازدياد شدة التعب تتغير اربطه وصلابه العضلات , وتقل سرعه تقلصها وانبساطها وذلك نتيجة لتأثير الجهاز العصبي على انسجه العضلات .

ان استخدام تمارين القوه في الجمناستيك وفي الساحة والميدان يسبب خلل في وظائف الاوعيه الدمويه نتيجة للاجهاد العالي.

### الشد العضلي ( Muscular Ton )

هو تقلص جزئي ومرئي خفيف ومستمر للالياف العضليه , وبواسطته تقاوم العضله التمدد وتحافظ على شكلها وصلابتها الطبيعيه .

يحدث الشد العضلي نتيجة ظاهره انعكاسيه حيث ينتشأ المنبه من العضله وينتقل الى الحبل الشوكي ثم النخاع المستطيل ويرجع بعد ذلك عن طريق الاعصاب الحركيه للعضله .

يعمل الشد العضلي في الجسم على مقاومه الجاذبيه الارضيه واكتساب الانتصاب في القوام , وتشارك عدة عضلات في الجسم في هذه الوظيفه منها ( العضله الفخذييه ذات الرؤوس الاربعه , عضلات الظهر , عضلات الرقبه )

يختلف الشد العضلي عن التقلص العضلي كونه مستمر لفترة طويله وبدون تعب عضلي وهذا يعود سببه الى كون الالياف العضليه في حالة الشد العضلي تعمل بالتناوب عكس حالة التقلص العضلي الذي تعمل فيه الالياف العضليه سويه .

يزداد الشد العضلي عند التعرض الى البروده بينما يقل عند النوم .

### ثالثا- مرحلة ما بعد الجهد (الراحه والاستشفاء) Rest Recovary

and

تحتاج العضله الى الراحه بعد العمل المتواصل , حيث تصاب بالتعب ومن ثم تعاود العمل مره اخرى .

والراحه هي عملية اعادة القدره على العمل العضلي بعد الاصابه بالتعب.

بعد انتهاء الجهد العضلي واثناء الراحه تظهر على الجسم بعض التغيرات التي سببها الجهد والتي تتمثل في ما يأتي :

- ارتفاع في شدة الوظائف القلبية والجهاز التنفسي .
- تغيرات في التركيب والخواص الفيزيائية والكيميائية للبيئة الداخلية للجسم .

- تغييرات وظيفية في الجهاز العصبي وفي أنسجة العضلات و التراكيب الأخرى .

### التغيرات الفسيولوجية التي تحدث أثناء الراحة

- إعادة كمية الأوكسجين وتأمين وصوله الى العضلات .
  - التخلص من الحوامض وخاصة حامض ت اللاكتيك , ومعادلة البيئه الداخليه للعضله .
  - إعادة تنظيم شوارد البوتاسيوم في الخليه .
  - إعادة الاحتياطي الغذائي وتجديده عن طريق التمثيل الغذائي .
- تتحدد فترة الراحة حسب شدة ومدة العمل العضلي فالعمل العضلي الشديد يحتاج الى فترة اطول من الراحة والاصاب العضله من جديد بالتعب بعد القيام بعمل حركي اخر .
- الراحة بعد الجهد يجب أن تكون ضمن حدود معينة , لانه بعد الراحة الطويلة تحدث عدة تغيرات في الجسم والتي بدورها تقود الى انخفاض القابلية الوظيفيه , ومثلما تؤثر الراحة الطويلة على القابلية الوظيفية للجسم كذلك الراحة الغير كافية تؤثر سلبيا على القابلية الوظيفيه , ولهذا فان الفتره المثالية للراحة بين فترات التمرين يجب ملاحظتها بدقه ويجب ان يكون التجانس بين الجهد وموافق لارتفاع القابلية الوظيفيه للرياضي .

### الاستشفاء Recovary

هو عملية استعادة وتجديد مؤشرات الحاله الوظيفيه والنفسيه لاجهزة الجسم المختلفه بعد تعرضها لاجهادات او لتأثير اداء نشاط ما , وتكسب هذه العمليه اهميه كبيره بعد تطور الاحجام التدريبيه وشدها , وما ينتج جراء ذلك من تعب وهبوط في مستوى الاداء والذي ينعكس سلبا على حالة الرياضي الصحيه .

اثناء التدريب تتحول مصادر الطاقه الكيميائيه في عملية التمثيل الغذائي خلال عملية الهدم الى طاقه ميكانيكيه كما تحدث عند الجهد تمزقات في الكثير من الخلايا التي تستوجب اعاده بناء خلال فترة الاستشفاء , لذلك



فأن فترة الراحة بعد الجهد تعد جزء رئيسي مكمل لاحداث التكيف الفسيولوجي اللازم لرفع مستوى الاداء .  
اثناء فترة الراحة يتم تجديد احتياطي الطاقة المستهلكة اثناء الجهد , ويبدأ تجديد مخازن الطاقه في العضلات والدم , وهذا يستغرق وقتاً معيناً تبعاً للجهد البدني المبذول اثناء العمل وشدته , وان تجاهل فترة الراحة يؤدي الى تراكم مخلفات التعب مما يعرقل الانجاز , لذلك فأن فترة الاستشفاء لاتقل اهميه من فترة التدريب .

### **يحدث الاستشفاء ( التجديد ) على مرحلتين ( المبكره والمتأخره ) :**

#### **- المرحلة المبكرة**

تحدث مباشرة بعد انتهاء الجهد , حيث يتم استعادة الوظائف الطبيعية لاجهزة الجسم , وذلك تبعاً لشدة ومدة الجهد وطبيعته .

#### **- المرحلة المتأخرة**

تحدث عندما يتطلب أداء الجهد فترة طويلة , مما بسبب بطء في استعادة الوظائف الطبيعية للجسم .

مرحلة التجديد المبكر تحدث بسرعة , أما المرحلة المتأخره فتسغرق وقتاً طويلاً مثلاً تعود سرعة القلب (عدد ضربات القلب) فى الدقيقة الاولى بعد الجهد وبسرعه الى وضعها الطبيعي الذي كانت عليه قبل بداية العمل , و لكن عندما يستمر العمل فترة أطول تعود ببطء الى الوضع الطبيعي .

### **تنظيم عملية الاستشفاء**

يلعب التنظيم الوظيفي فى الجهاز العصبى المركزى دور مهما فى عملية الاستشفاء , ولا يتم التجديد فى وظائف الجسم بوقت واحد وانما بالتدرج , ولهذا تتجدد الوظائف الحركية والانمائية عند الرياضيين بصورة تختلف احدهما عن الاخرى وحسب نوع النشاط الممارس . وغالبا ماتعود سرعة التنفس الاعتياديه اولاً و من ثم يعود النبض الى وضعه الطبيعي أما قوة العضلات تبقى بمستوى منخفض لفترة طويلة (

أحيانا أكثر من ٢٤ ساعة) و كذلك الصفات الحركية الاخرى والوظائف الجسميه , لان تجديد القابلية الوظيفية لا يتم بوقت واحد ومن الصعب تقويم فترة التجديد فى أجهزة الجسم و خاصة في ( أجهزة القلب و الجهاز التنفسى)

ينظم الجهاز العصبي عملية الاستشفاء لمواد الطاقه , حيث يتجدد ثلاثي فوسفات الاديونوزين ATP فى العضلات بشكل سريع أما فوسفات الكرياتين فأبطأ منه ومن ثم الكلاكوجين و البروتينات . تجديد أيونات الهيدروجين وأحتياطي الكاربوهيدرات فى الدم يتم قبل رجوع كمية كريات الدم البيضاء والاقراص الدموية الى الوضع الطبيعى الذي كانت عليه ما قبل الجهد .

يجب ان تكون فترة الراحة كافية لاستعادة الشفاء وان كل من الراحة الغير كافية والطويلة تؤثر بشكل سلبي على استعادة القابلية الوظيفيه .

### تقويم حالة الاستشفاء

بعد الجهد العضلى يتم فقدان الكثير من الطاقة في الجسم , ويتم استشفاء وتجديد القابلية الوظيفيه عند ذلك بأشكال عدة , ففى البداية التي تتميز الحاله بانخفاض فى نسبة النشا الحيوانى ( الكلاكوجين) و من ثم تعود النسبه الى المستوى الاولى ومن ثم تتغير الى مرحلة فوق التجديد ( التعويض الزائد ) , بعد ذلك يتم تجدد الكلاكوجين من جديد و يرجع الى الوضع الذي كان عليه قبل الجهد .

عند استعادة مستوى التمثيل الغذائى ورجوع قوة العضلات وبقية الصفات الحركية والوظيفيه , يلاحظ حالة انخفاض هذه القدرات في الوضع الجديد ولهذا بعد انتهاء الجهد العضلى وبعد فترة من الزمن تتظهر حالة الاستشفاء في القابلية الوظيفيه و تعود الى الحالة الاولى ما قبل الجهد ,

عند المقدرة على تكرار النشاط العضلي بنفس القابلية الوظيفيه أو بشكل افضل يدل ذلك على الاستشفاء وفترة الراحة بكانت يتوافق والجهد العضلى المبذول .

يمكن أيضا الحكم على القابلية الوظيفيه من خلال قيم الانجاز الرياضي , وكذلك يتم تقويم الحالة الوظيفية عن طريق دراسة رد فعل الجسم

بأجراء الاختبارات الخاصة التي تؤدي قبل الجهد البدني و بعد ه أى فترة الراحة فمن خلال قياسات (النبض ،  $\text{pwc170 vo}_2 \text{ max}$  ، والسعة الحيوية والاختبارات الأخرى ) وكثيرا ما يعتمد اختبار القابلية القصوى لاستخدام الاوكسجين بعد الجهد البدني القصوي الذي تنخفض غالبا عند الرياضى بعد الجهد ويسبب هبوط القابلية البدنية والتي ( ترتفع في نهايه التدريب مما يؤدي الى ارتفاع القابلية البدنية والوظيفيه ) .

هناك اختبارات يتمكن المدرب من استخدامها ميدانيا أثناء التدريب لتحديد استعداد جسم الرياضى للعمل مثل قياس سرعة القلب (النبض ) حيث يقاس النبض قبل الجهد وخلاله وحال انتهاءه أو بعد فترة أنتهائه بوقت معين ، ومن خلال سرعة انخفاض النبض يمكن الحكم على سير عملية الاستشفاء واستعداد الجسم للعمل القادم .  
استشفاء القابلية الوظيفيه بشكل غير تام يقود الرياضى الى التعب الشديد والاجهاد . وخاصة عند تكرار العمل البدني عالي الشده .  
يختلف الرياضى فى القابلية على استعادة الوظائف و القابلية على الاستمرار فى الجهد و ذلك تبعا لخصوصية الرياضى والنشاط الممارس ، ولكن عند ارتفاع مستوى التدريب يكون استشفاء الوظائف أسرع .

### العوامل المؤثره فى عملية الاستشفاء

هناك عدة عوامل تؤثر فى سرعة الاستشفاء منها :

- مستوى التدريب الرياضى .
- خصوصية وشدة ومدة استمرار العمل ( الجهد العضلي )
- الخصوصيات الفردية و الحالة الانفعالية والنفسية . و العوامل الأخرى .
- تتم عملية الاستشفاء عند العمل ذو الحجم المحدود بسرعة بالمقارنة مع العمل ذو الحجم الكبير و الشدة العاليه .
- تكون عملية الاستشفاء عند الرياضيين المتدربين افضل وأسرع بكثير من غير المتدربين .
- تبطأ عملية الاستشفاء فى الجو الحار وعند الرطوبة العالية والضغط الواطى

## الوسائل المسرعة للأستشفاء

- الراحة الايجابية
- المواد المنشطة
- المساج
- التغذية الصحية
- الغازات ( استخدام الاوكسجين )
- البيئة المائية
- النوم الكافي

## المبحث الثاني

### **التدريب الرياضي والتكيفات التي تحصل في الاعضاء والاجهزه اثناء الراحة والجهد العضلي**

ان للتدريب اغراض متعددة منها تربوية و أخرى بايولوجية ,  
وتعد عملية التدريب عملية بناء وتربية للفرد وفق الصفات الخلقية العالية  
وتتمية الذكاء والإرادة القوية والانضباط العالي , ومن الناحية  
البايولوجية فان التدريبات الرياضية عملية تكيف الفرد مع النشاطات  
العضلية الشديده حيث تتطور القوة و المقاومة والصفات البدنيه الاخرى  
والحاله الوظيفيه.  
ان التغيرات التي تحدث جراء التدريب هي تغيرات بيوكيميائية أساسا ,  
وكما ذكرنا في الفصول السابقة أن التغيرات تشمل العضلات والدم  
وفي الأنسجة و الأعضاء الأخرى .

### دليل التدريب عند الراحة

عند التدريب المستمر تلاحظ عدة تغييرات والتي تحدث بسبب تكيف  
الاجهزه والاعضاء الجسميه لحمل التدريب والتي تظهر في وقت  
الراحة منها :  
- التغيرات في العظام

عند الراحة وبتأثير التدريب تحدث عدة تغيرات في تركيب العظام حيث يزداد سمكها و خاصة في أماكن اتصال العظام بالعضلات .

#### - التغيرات في العضلات

- **ازدياد في كتلة وحجم العضلات** ان ارتفاع مستوى التدريبات الرياضية بسبب الناتج عن تبادل وتمثيل المواد في العضلات العاملة , وهذه الظاهرة تكون ملحوظة أكثر عند اداء تمارين القوة .
- **يزداد نشاط الدورة الدموية في العضلات** مما يحسن تغذيتها وتزويدها بكميات الأوكسجين اللازمة .
- **يزداد ويرتفع مستوى المواد المنتجة للطاقة في العضلات** مثل فوسفات الكرياتين وغيرها والضروريه لانتاج ثلاثي فوسفات الأدينوزين عند ارتفاع مستوى التدريب .
- **يزداد الميوكلوبين (هيموجلوبين العضلة )** والذي يزود العضلات بالأوكسجين و هذا أيضا مما ينشط الأنزيمات و التي تعجل في بناء ثلاثي فوسفات الأدينوزين .
- **تزداد القابلية التقلصية للعضلات** و درجة تحسس العضلة و مرونة الجهاز العصبي و العضلي .

#### - التغيرات في الطاقة

- **يزداد احتياطي الكربوهيدرات في الجسم** , و يزداد أيضا الكلاوجين في الكبد و خاصة في العمل العضلي الذي يستمر لفترة طويلة .
- ان فقدان الطاقة عند الرياضيين المتدربين جيدا في حالة الهدوء النسبي تكون عادة منظمة ويزداد فقدان الطاقة أكثر عند العمل الشده العاليه وفي المنافسات .

#### - التغيرات في الجهاز التنفسي

- **يؤدي التدريب الرياضي الى نمو العضلات التنفسيه مما يزيد من السعة الرئوية القصوى** .

- تسبب التدريبات الرياضية انخفاض في سرعة التنفس أثناء الراحة ويصل تقريبا الى ( ٦- ٨ ) مره فى الدقيقة الواحدة , كما يزداد عمق التنفس .

- كلما ازداد مستوى التدريب فان استخدام الاوكسجين فى وضع الراحة يتغير بشكل غير ملحوظ و يتراوح بين ( ٢٠٠-٢٥٠ ) لتر فى الدقيقة .

#### - التغييرات فى القلب والدوره الدمويه

إن تقلص العضلات يؤثر على تركيب ووظيفة القلب والأوعية الدموية حيث يؤدي الى :- - يزداد حجم القلب عند الرياضيين بسبب زيادة حجم عضلة القلب , و إن حجم عضلة القلب عند الرياضي أكبر بمقدار ( ٣٠-٤٠% ) بالمقارنه مع قلب غير الرياضي .

إن زيادة حجم عضلة القلب تسبب زيادة فى التجويف الداخلي للقلب أيضا مما يقود إلى قوة التقلص القلبي و لذلك ترتفع القابلية التقلصية للقلب و حجم الدم المتدفق خلال الدقيقة - سرعة الضربات القلبية أقل فى وقت الراحة عند الرياضيين الذين يمارسون النشاطات لفترة طويلة (تمارين المطولة) .

- عند زيادة التدريبات يزداد حجم الدم أثناء التقلص القلبي وتقل سرعة الضربات القلبية و التى يرافقها انخفاض محدود الحجم فى تقلص القلب , وهذه الدلائل تعنى الإقتصادية العالية للقلب الرياضي أثناء النشاطات فى وضع الراحة . ويقل حجم الدم المتدفق بالدقيقة .

- عند الراحة لا يختلف الضغط الدموى عند الرياضيين عن غير الرياضيين , وعند زيادة التدريب الرياضى لاتلاحظ تغيرات كبيرة بالضبط الانقباضى , ولكن الضغط الانبساطى عند الرياضيين المتقدمين ينخفض .

- يزداد حجم الدم عند الرياضيين فى التدريب المنتظم , وتزداد أيضا كمية كريات الدم الحمراء و الهيموجلوبين , وان زيادة الهيموكلوبين فى الدم ترفع السعة الأوكسجينية .

#### دليل التدريب عند الجهد المنتظم

ان النشاط العضلى المنتظم يؤدي الى سلسلة فى التغيرات البيوكيميائية و التى تحدث بصورة مباشرة فى المايوسين والاكثومايوسين و المواد الاساسية الاخرى التى تساهم فى عملية تقلص العضلة , وتشمل كذلك الطاقة ومصادر ها .

- ان النشاط العضلى يؤدي الى ارتفاع كفاءة عمليات الأيض و نشاط الانزيمات و اعادة بناء مصادر الطاقة المستهلكه خلال الجهد و بمستوى يفوق مستواها الاصلى (فوق التعويض ) وان تكرار التمرين يؤدي الى زيادة فى البناء بشكل كبير مما يقود الى زيادة نشاط الانزيمات بشكل أكبر .

- ترتفع كمية المايكلوبين (هيموجلوبين العضلة) نتيجة التمرينات المنتظمة , و التى تقوم بنقل الأوكسجين كأحتياطي , كذلك تزداد كمية الاملاح المعدنية و المواد العضوية التى تعمل كمنشط لعمل الانزيمات .  
- تزداد كمية المواد التى تستخدم لبناء المركبات الفوسفاتية الغنية بالطاقة مثل الكرياتين .

- ان النشاط العضلى يؤدي الى زيادة نشاط القلب و هذا يؤدي الى ارتفاع شدة عمليات الأيض فى عضلة القلب .  
ان اعادة ثلاثى فوسفات الأدنوزين فى عضلة القلب يتم بالطرق الهوائية على الأغلب و بالأكسدة المصحوبة بفسفرة , وان عضلة القلب تبقى دائما على مستوى ثابت تقريبا من ثلاثى فوسفات الأدنوزين و الذى تحصل على مواده الأولية من الدم , كذلك كمية الكلاوجين الموجودة فى عضلة القلب لا تتأثر تقريبا ولا تستخدم عند نشاط العضلى , ولكن مستواها ينخفض عندما يستمر النشاط لفترة طويلة جدا , وعندما يكون الجهد شديد ولفتره طويلة ( عدة ساعات ) .  
ان تحفيز الانزيمات التى تساهم فى عملية أيض الكربوهيدرات اثناء النشاط العضلى يساعد القلب على الاحتفاظ بكمية الكلاوجين , وان تحفيز هذه الانزيمات يؤدي الى تمثيل كبير للكلوكوز و حامض اللبنيك و يؤدي الى ارتفاع فى كمية المايوكلوبين (هيموكلوبين العضلة).

### دليل التدريب عند الجهد الشديد

تشتمل ما يلى : -

### - تدريبات الجهد الشديد والسريع

يدوم هذا الجهد لفترة قصيرة حيث تتم اعادة بناء ثلاثى فوسفات الأندوزين كما ذكرنا سابقا بالطرق اللاهوائية وخاصة فى بداية التمرين , ولهذا يؤدى هذا النوع من التدريب الى تقوية الطرق اللاهوائية لانتاج الطاقة , وبذلك تتكيف أعضاء الجسم للعمل تحت ظروف نقص الأوكسجين .

خلال هذا النوع من التدريبات ( اللاهوائية ) ستضعف عملية بناء البروتين وتزداد عملية هدمه بسبب قلة كفاءة الطرق اللاهوائية فى عمليات اعادة بناء ثلاثى فوسفات الأندوزين , وبذلك تكون كمية البروتين المستهلك أكبر من تلك التى يعاد بناؤها , ولذلك تتناقص كميته فى العضلة .

أما عند الراحة فيعاد بناء البروتين فى العضلة بكمية أكبر من الكمية التى أستهلكت أثناء التمرين أى حالة فوق التعويض , لذا ستفوق كمية البروتين فى العضلة المستوى الاصلى الذى كانت عليه قبل التمرين , وينتج عن ذلك زيادة فى كتلة العضلة , وهذا يعنى زيادة المايوسين وبالتالي زيادة فاعلية ثلاثى فوسفات الأندوزين .

ان هذه التدريبات تؤدى الى زيادة القوة و السرعة وكذلك وبشكل محدود المطاولة , عند توجيه التدريب الى تطوير السرعة والتغلب على الاجهاد العنيف سيؤدى ذلك الى زيادة القوة , ومن ناحية أخرى فان اعادة بناء ثلاثى فوسفات الأندوزين أثناء فترة الراحة يتم بطرق هوائية تأكسدية أى يتم بطريقة الأكسدة المصحوبة بالفسفرة مما يؤدى الى توسيع امكانية الاستفادة من الطريق الهوائى فى الأعضاء من أثناء التدريب مما يساعد على تطوير المطاولة.

### - تدريبات المطاولة

يسود الطريق اللاهوائى فى بداية النشاط العضلى لبناء ثلاثى فوسفات الأندوزين , ولكن يستغرق هذا الطريق لفترة قصيرة وليس له أى تأثير على التغيرات البيوكيميائية التى تحصل فى الأعضاء نتيجة هذا النوع من التدريب .



عند استمرار التدريب تسود الطرق الهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الادنوزين وبذلك تستهلك كمية كبيرة من كلاكوجين الكبد , أما عملية هدم البروتين وإعادة فتكون في حالة توازن أثناء عملية التدريب ولا تتغير كميته في العضله , ولهذا فان تدريبات المطاولة تهدف بالأساس إلى تطوير وتحسين إمكانات العمليات الهوائية في إعادة بناء ثلاثي فوسفات الادنوزين وزيادة احتياطي الكلاكوجين في الكبد , وهذا يعني تهيئة الاسس البيوكيميائية للمطاولة لاداء الجهد لفترة طويلة , علما ان تدريبات المطاولة لا تؤدي الى تطوير الاسس البيوكيميائية لزيادة القوة او السرعه .

### - تدريبات القوة

تؤدي تمارين القوة الى زيادة شديدة في بناء بروتين العضله , ولهذا تزيد من كتله العضله وكذلك تسبب زيادة بناء ثلاثي فوسفات الادنوزين مما تؤدي الى تحسين الاسس البيوكيميائية للقوة , وعادة تصاحب تمارين القوة الطرق اللاهوائية في عملية اعادة بناء ثلاثي فوسفات الادينوزين , ولهذا فان تمارين القوة تؤدي الى تطوير الطرق اللاهوائية في اعادة بناء ثلاثي فوسفات الادينوزين , ولذلك هي بالتالي تؤدي الى تطوير خاصية السرعة , أي انها تهيء الاسس البيوكيميائية التي تساعد على زياده السرعه , علما ان دور هذه التدريبات في تحسين الطرق اللاهوائية محدود جدا .

## خصائص ومبادئ اعادة التدريب

يشمل اربعة مبادئ هي :

### المبدأ الاول - اعاده اداء التمارين

عند النشاط العضلي يحصل هدم في المواد المختلفة , وبنفس الوقت يصاحب ذلك اعاده بناء لهذه المواد وخاصة في فتره الراحة , حيث تكون اعاده البناء كبيره وتحصل حاله فوق التعويض , ولكن حاله فوق التعويض ستعود الى مستواها الطبيعي قبل التدريب بعد فتره قصيرة , ولهذا فان اداء التمرين لمرة واحده لا يستطيع ادامته تاثير التدريب الرياضي , ولهذا لا بد من اعاده التمارين لاجل رفع قابلية انجاز الرياضي , ولكن اعاده التمارين تتم وفق المبادئ التالية .

### المبدأ الثاني - انتظام تعاقب اعاده التمارين

يعني ذلك اعاده التمارين وفق الاسس البيوكيميائية , بحيث يؤدي الى رفع قابلية الانجاز . وينبغي ان تكون اعاده التمرين في فتره فوق التعويض , أي ان التمرين الثاني يعقب التمرين الاول في خلال فتره اعاده البناء العضوي , وبهذه الطريقه يحصل تطوير فعال في القدرات الوظيفية للاعضاء .

عندما يبدأ التدريب الثاني في فتره التعويض الغير متكامل لما تهدم اثناء اجراء التمرين الاول , فسيؤدي ذلك الى الاجهاد والاعياء وهبوط في القدرات الوظيفية . وفي حالة اعاده التمرين بعد زوال تاثير التمرين الاول , أي عوده المواد الى مستواها الاصلي قبل البدء باجراء التمارين فهذا لا يؤدي الى حصول تطور في القدرات الوظيفية للجسم .

### المبدأ الثالث - العلاقة الصحيحة بين العمل والراحة

ان عمليه انتظام تعاقب اعاده التمارين بالصوره الصحيحه حسب المبدأ الثاني المشار اليه ليست عمليه سهله , حيث ان غالباً ما يحصل ان تكرر التمارين اثناء التدريب في فتره عدم الاسترجاع الكامل للمواد التي استهلكت اثناء اداء التمرين الاول .

عند التمارين المتتاليه مثلاً تثبت فتره الراحة وتزداد شدة التمارين تدريجياً , او تثبت شدة الجهد مع تخفيض فتره الراحة بشكل تدريجي , وهذه الطرق تجعل الاعضاء في حاله تكيف على اداء الاجهادات في فتره عدم الاستعاده الكامله للمواد التي استهلكت اثناء اداء النشاط ,

وبالتالي تحدث تكيف في اعضاء الجسم للعمليات البيوكيميائية, وحاله التكيف هذه ينبغي ان تكون تدريجية , وان تكون فتره الراحة مناسبه بحيث يكون تدريب المرحله الثانيه ضمن فتره فوق التعويض .  
ان قيم حالة فوق التعويض ومدتها تكون متباينه ومختلفه حسب الجهد الرياضي المبذول .

ان اداء اي تمرين بدني يحتاج الى فتره راحه معينه تعتمد على نوع التمرين والاجهاد الذي يسببه , ومن ناحيه اخرى فان حاله فوق التعويض لمختلف المكونات الكيميائية الحيويه للعضله وللأعضاء الأخرى خلال العمل الواحد تظهر بفترات زمنية مختلفه , وان طول فترة الراحة تعتمد على الغرض المطلوب , فمثلا اذا كان الغرض زيادة كمية الكرياتين يحتاج ذلك الى راحة قصيرة بين تدريب واخر لان الوصول الى فوق مستوى كمية فوسفات الكرياتين فى العضلة يكون سريع نسبيا , أما اذا كان الغرض هو زيادة احتياطي الكلاكوجين فتكون فترة الراحة أطول لان الوصول الى فوق مستوى كمية الكلاكوجين الاصلية يكون أبطا ولكنه يستمر لمدة أطول , أى تبقى كمية الكلاكوجين أعلى من المستوى الذى كان عليه قبل العمل لفترة أطول.أما البروتين فيستغرق مدة أكثر من الكلاكوجين , ولذا يتطلب فترة راحة أطول لإعادة بناءه , كل هذه العوامل تلعب دورا كبيرا فى تطوير الصفات الحركية فى عملية التدريب مثل السرعة و القوة و المطاولة .

## المبدأ الرابع / الزيادة التدريجية للجهد

ان قيمة وشدة استهلاك المواد أثناء النشاطات الرياضية يحدد قيمة ومدة للوصول الى حالة فوق التعويض وفترة استمرارها , وان شدة استهلاك المواد تتناقص تدريجيا بارتفاع مستوى التدريب وذلك بسبب تكيف العضلات للاجهادات المختلفة ,ولهذا فان الوصول الى حالة فوق التعويض تتم في وقت أقصر مع استمرار التدريب والارتفاع التدريجي لمستوى التدريب , وهنا تبرز أهمية هذا المبدأ في الزيادة التدريجية عند التدريب .

و مما سبق يتضح أن التدريب الرياضي دائما يكون مصحوب بتغيرات كيميائية حيوية , وهذه التغيرات تحدث أثناء اداء التمرين وفي فترة الراحة , وان عملية التدريب تصحبها عمليات هدم و بناء وتعويض وفوق التعويض , ولذا يجب أن تؤخذ الاسس البيوكيميائية وفق مبادئ التدريبات الرياضية بنظر الاعتبار والتي هي الاساس في عمليات التدريب الرياضي .

## المبحث الثالث اعداد الرياضي في البيئات المختلفه

اولا - اعداد الرياضة في الطبيعة الجبلية  
تستخدم التمرينات في المرتفعات لغرض رفع القابلية البدنية والوظيفية ولإغراض الاستشفاء كذلك كنوع من الراحة الإيجابية .

### مميزات المناطق الجبلية

- للمناطق الجبلية خصوصيات عدة يمكن إيجازها فيما يأتي :
- انخفاض الضغط الجوي .
  - انخفاض الوزن الجزئي للأوكسجين .
  - ارتفاع نسبة الاشعاع الشمسي بنوعية الاشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية (ترتفع ١% لكل ١٠٠ متر ارتفاع) .
  - نظافة الهواء وصفائه وشفافيته .
  - انخفاض درجة حرارة الهواء اثناء الليل
  - سرعة الهواء اكثر من مستوى سطح البحر , وهذا بسبب البروزات الجبلية الذي تتغير بتأثير ارتفاع الجبال بشكل تدريجي.
  - حالة الجو الكهربائية وكذلك كمية الايونات والعلاقة الإيجابية والسلبية فيما بينها في الأماكن الجبلية لها خصوصية وتكون تبعاً

لبروز المنطقة المحيطة ونقاوة الهواء والعوامل الأخرى وهذه الخصائص متجمعة تؤثر على الجسم وبشتى الاتجاهات وذلك تبعاً لأرتفاع وخصوصية المكان .

### الضغط الجوي والمرتفعات

عند الارتفاع عن مستوى سطح البحر يحدث إنخفاض في الضغط الجوي حيث ينخفض حوالي ( ٣٠-٣٥ ) ملم/زئبق لكل ٤٠٠-٥٠٠ متر/ ارتفاع وتبعاً لذلك يحدث هبوط في مستوى الغازات التي تدخل في تركيب الهواء ، وتنخفض كمية الأوكسجين في هواء الاسناخ (الحويصلات) الرئوية ونظراً لإنخفاض نسبة الضغط الجزئي للأوكسجين في هواء الحويصلات الرئوية يقل الأوكسجين في هيموغلوبين الدم وتبعاً لذلك تقل كمية التهوية التي تدخل للأنسجة العضوية مما يسبب خلل في العمليات الأوكسجينية ويحدث دين أوكسجيني .

وعلى ارتفاع ١٠٠٠-٣٠٠٠ متر (الارتفاعات المتوسطة) يعوض النقص الأوكسجيني عن طريق زيادة عمل الجهاز التنفسي والأوعية الدموية والقلب حيث ترتفع كمية الدم إضافة إلى إستجابات جسمية أخرى .

### ويمكن ظهور الاعراض الأتية فى الارتفاعات

- ارتفاع ١٠٠٠ متر يلاحظ إنخفاض محدود في القابلية الوظيفية للرياضي .
- ارتفاع ٢٠٠٠ متر وأكثر يظهر إنخفاض ملحوظ في القابلية الوظيفية للرياضي في النشاطات الرياضية التي تتطلب أوكسجين عال , وخاصة التي رياضات المطولة ، أما الأنواع الرياضية التي تعتمد النظام اللاهوائي في إنتاج الطاقه فإن القابلية الوظيفية تتأثر بشكل غير ملحوظ
- ارتفاع ٣٠٠٠ متر وأكثر (الجبال العالية) وتبعاً للنقص الأوكسجيني يلاحظ عادةً عدة اختلالات وظيفية في الجسم .
- ابتداءً من ارتفاع ٤٠٠٠-٥٠٠٠ متر ونظراً للنقص الأوكسجيني الحاد يحدث ما يسمى بمرض الجبال .

وفيما يأتي جدول ( ١١ ) يبين الارتفاعات ومقدار الضغط الجوي والضغط الأوكسجيني في الهواء الجوي والحوصلات الرئوية .

:

الارتفاعات (كم)	الضغط الجوي ملم/زئبق	في الهواء الجوي	في هواء الحوصلات
صفر	٧٦٠	١٥٩	١٠٥
١	٦٧٤	١٤٠	٩٥
٢	٥٩٦	١٢٥	٩٠ - ٧٥
٣	٥٢٦	١١٠	٦٢
٤	٤٦٢	٩٨	المتوسط - ٥٠
٥	٤٠٥	٨٥	المتوسط - ٤٢

جدول رقم ( ١١ ) يبين الارتفاعات ومقدار الضغط الجوي والضغط الأوكسجيني في الهواء الجوي والحوصلات الرئوية

### التدريب في المرتفعات



تؤدي التدريبات على ارتفاع ( ١٠٠٠ - ١٢٠٠ و ١٥٠٠ - ٢٥٠٠ )  
متر في الجبال  
**ولأهداف الآتية :**

- إعداد مباشر للمنافسة حيث تؤدي في مناطق جبلية متوسط الارتفاع
  - تطوير القابلية الوظيفية لأعضاء الجسم .
  - تطوير التحمل (المطاولة) عند الرياضيين .
  - تسريع الاستشفاء .
  - الراحة الإيجابية .
  - تأهيل وعلاج الرياضيين .
- إعداد الرياضيين في الارتفاعات المتوسطة يؤثر على مدى ( ٣ - ٥ )  
أسبوع والتكيف لهذه الارتفاعات يتطلب عملاً نشطاً لجميع الأعضاء  
الجسمية ويتميز هذا النوع من التكيفات بتغيرات مرحلية لحالة  
الرياضي وقابليته الوظيفية ، حيث تتحسن القابلية الوظيفية وتتحسن  
حالة الرياضي ويمكن ان يحتفظ بهذا التحسن لمدة معينة .
- مراحل التغيرات التي تحدث أثناء التكيف تكون تبعاً لبعض  
الخصوصيات الفردية للرياضي نفسه ، ومقدار الارتفاع ، ومميزات  
النشاط العضلي والحمل التدريبي وغيرها ، وتبعاً لذلك فإن عند إعداد  
الرياضيين في المرتفعات يجب إتباع مجموعة من الشروط الصحية  
وأهمها ما يأتي :

### **الشروط الصحية لإعداد الرياضيين في المرتفعات**

- إخضاع الرياضيين إلى فحص طبي دقيق قبل تعريضهم لهذا النوع  
من التدريب .
- إعداد وحدة تدريبية متوازنة تتلائم والحالة والمكان في المرتفعات .
- دراسة الحالات والخصوصيات الفردية للرياضيين .
- تلائم مستوى الإعداد .
- ملاحظة الخصوصية المناخية ، والعوامل الأخرى البيئية .

## ثانيا - ارتفاع درجة الحرارة والنشاط البدني

ترتفع درجة حرارة الجسم نتيجة احتكاك الالياف العضلية والاورتار والاربطة والمفاصل أثناء تقلصها وانبساطها علاوة على سرعة جريان الدم في الأوعية الدموية حيث تزداد درجة الحرارة (٥ - ١٠) درجات أو أكثر خلال ٢٠ دقيقة من النشاط البدني العنيف وخاصة في الأجواء الحارة , وإن ارتفاع درجة الحرارة هذه يطلق عليها (Hyperthermia) حيث تضطر اجهزة الجسم الى إتخاذ وسائل دفاعية متعددة من أجل الحفاظ على المعدل الطبيعي لحرارة الجسم (Heat Balance) وبطرق عدة حيث يتم التخلص من الحرارة الفائضة وخطورة الإصابة الحرارية .

يحتاج الرياضيون غير المتأقلمين على التدريب والمنافسات في الحرارة العالية وتحت أشعة الشمس والجو ذو الرطوبة العالية إلى أسبوعين على الأقل للتأقلم على مثل هذه الأجواء ، وقد أكدت المشاهدات الميدانية إلى وصول درجة الحرارة إلى (٤٠ - ٤٢ °) لبعض متسابقى الساحة والميدان والماراثون .

## أهمية التوازن الحراري للرياضيين

يتم التبادل الحراري كسب أو فقدان الحرارة في الجسم عن الطرق الآتية :

- الحمل / convection : وتتم خلال انتقال وحركة الهواء .

- التوصيل / **conduction** : وتنتقل الحرارة بين جسمين مختلفان في درجة الحرارة .

- الاشعاع / **Radiation** : ويتم انتقال حوالي ٦٠% من الحرارة بهذه الطريقة حيث تنتقل بين جسمين خلال أمواج كهرومغناطيسية

- التبخير / **Evaporation** : ويتم فقدان الحرارة وكسبها عن طريق تبخير العرق من سطح الجلد ويفقد الجسم (٠,٥٨٠) كيلو كالوري من الحرارة عندما يتبخر ١ غم من العرق .

تنظيم درجة حرارة الجسم الداخلية وفق تنظيم ثابت نسبياً وخلال ممارسة الرياضة أو الانشطة البدنية يحاول هذا النظام إبقاء درجة الحرارة (٣٧°) ثابتة .

**ويتم ذلك من الآليات الآتية :**

- **المستقبلات الحرارية** (اجهزة التحسس الحراري) الحرارة والبرودة .

- **المؤثرات الحرارية في الأعضاء** والتي يتم تحسسها من قبل المستقبلات والتي تسبب تغيرات تنظيمية أو تصحيحية .

- **يركز التنظيم الحراري في الجهاز العصبي المركزي الذي يسبق المستقبلات الحسية وعمليات التنظيم الخارجة لأعضاء التأثير .**

توجد في جسم الإنسان منطقتان للاستقبال الحراري على الأقل:

- **تحت السريري ( تحت المهاد) في الدماغ المتوسط (المستقبلات المركزية) .**

- **الجلد (المستقبلات الحسية) .**

توجد في كلا المنطقتين نوعان من المستقبلات أحدهما حساسة للحرارة والاخرى للبرودة ,المستقبلات الموجودة تحت السريري الحرارة (٠,٢ - ٠,٥ ق) للدم الشرياني الذي يمر بها. أما المستقبلات الجلد تستجيب لتذبذب الحرارة البيئة .

### **طرق التخلص من حرارة الجسم العالية**

- **زيادة كفاءة عمل المسامات الجلدية لإفراز كميات أكبر من المعتاد من العرق والذي يؤدي إلى التبخر وتبريد الجسم لاحقاً .**

- زيادة دفع كميات كبيرة من الدم إلى الأوعية الدموية القريبة من سطح الجلد مما يؤدي بالتالي إلى حدوث الانتقال الحراري بالأشعاع .  
كما ان هناك آليات التغيرات البايوكيميائية التي تحدث في الخلية وعملية انتقال السوائل ذات الشحنات الكهربائية والتي يطلق عليها مصطلح ( Electroiyte ) التي سبق شرحها تعمل أثناء ارتفاع حرارة الجسم حيث إن أي تغير في تركيبة السائل الخلوي يؤثر وبصورة مباشرة على عملها وبالتالي كفاءة عمل جميع أجهزة الجسم ،  
علماً ان السوائل في الخلية البشرية تشكل حوالي ٧٠% من حجمها الكلي .

### الطرق المساعدة في تأقلم الرياضي مع الجو الحار جداً

تجرى المنافسات في احيان كثيرة في اجواء حارة وإذا لم يكن الرياضي متأقلم لهذه الأجواء يحدث إنخفاض كبير في مستوى إنجازة ،

وفيما يأتي بعض الخطوات التي يجب إتباعها أثناء البرنامج التدريبي لأغراض التأقلم وكما يأتي

- أداء تمارين خفيفة للأحماء ( ١٠ - ١٥ ) دقيقة .
- فترة التدريب يجب ان لا تزيد عن ( ١,٥ - ٣ ) ساعة في الوحدة التدريبية .
- أيام التدريب يجب ان لا تزيد عن ٤ أيام في الأسبوع .
- ارتداء ملابس مصنوعة من الأنسجة الطبيعية وتفضل القطنية منها لقابليتها على امتصاص العرق والمساعدة في التبخير وتبريد سطح الجسم عند تعرضها للهواء .
- اختيار الألوان البراقة التي لها قابلية عكس أشعة الشمس .

### اهم التغيرات التي تحدث في أجهزة الجسم عند التأقلم الحراري

- تزداد قابلية الأجهزة الوظيفية على تخفيض درجة حرارة الجسم في الأجواء الحارة جداً وعند النشاط البدني العنيف .
- إنخفاض معدل ضربات القلب وعمليات التمثيل .

– ازدياد قابلية الجسم على التعرق والتبخير والاشعاع .  
ومن الجدير بالذكر ان عمليات التأقلم في الجو الحار ليست واحدة  
فهي لا تتأثر بنوع الجنس , وان التأقلم لدى الذكور والإناث يكاد  
يكون على حد سواء .  
التأقلم في الأجواء الباردة جداً لا يختلف عن خطوات التأقلم في  
الأجواء الحارة جدا عدا ما يتعلق بالملابس حيث يتم إرتداء  
الملابس الصوفية و إرتداء أغطية الرأس والقفازات والجواريب  
الصوفية عند التدريب ..

### ثالثاً - التدريب في الجو البارد

إن التأقلم في الأجواء الباردة يشكل بعض المخاطر وخاصة في  
الأجواء الباردة جداً حيث يستنشق الهواء بدرجة حرارة قد تكون أقل  
من صفر مئوي وعندما يصل إلى البلعوم تصل درجته ١٥ مئوي  
وترتفع في القصبة الهوائية إلى ( ٢٠ ) مئوي وفي الرئتين إلى ( ٣٠ )  
مئوي .

وقد يسبب هذا نقص في درجة حرارة الجسم مما يؤثر على جهاز  
القلب والدوران وإنخفاض كفاءتهما الوظيفية .  
إنخفاض الحاد لدرجة الحرارة يشكل خطورة كبيرة ويسبب التعرض  
إلى أمراض عدة مثل (عضة الجليد) والتي تؤدي إلى أنقطاع كامل  
للدورة الدموية في العضو المعرض للبرودة مما يسبب الكنكرين (موت  
الأنسجة) ، وهذا يتطلب قطع ذلك العضو المصاب .  
وللتأقلم دوراً كبيراً للوقاية من أمراض البرد والتي تنتشر بشكل كبير  
بنسبة ( ٢٠ - ٤٠ %) بين الأمراض الأخرى حيث نستخدم وسائل  
متعددة التي من شأنها خفض هذه الأمراض أو منعها .

### ويتم ذلك عن طريق ماياتي

- تنشيط وتقوية الجسم بشكل عام .
- تحسين الدورة الدموية .
- رفع وتحفيز الجهاز العصبي المركزي .

- التمثيل الغذائي الطبيعي الذي يساعد الأجهزة الجسمية على العمل بكفاءة .

وتتم التدريبات البدنية العامة والخاصة والتي تؤثر بشكل فعال على التنظيم الحراري للجسم الذي ينعكس على عمل الأجهزة الجسمية كافة ويتم ذلك خلال ما يأتي :

### التنظيم الحراري في الاجواء الباردة

#### - التخفيف العصبي

يتم التنسيق داخل قشرة الدماغ وفي الأنسجة والخلايا الجسمية ، حيث تقاوم حالات التذبذب في درجات الحرارة سواء الباردة أو الحارة .  
- استخدام الماء البارد بانتظام وتكرار استخدامه

يزيد من الإنتاج الحراري وترتفع درجة حرارة الجلد بسبب زيادة سمك الطبقة الجلدية ، هذا مما يقلل تحفيز التحسس عند لمس المواد ويساعد كثيراً في استقرارية الجسم نحو الدرجات الحرارية الواطئة . ويحدث التأقلم على هذا النحو حيث تتجانس الحوافز الجسمية وبشكل تدريجي رغم ازدياد التذبذب في البيئة الداخلية ، وبشكل عام يمكن اعتماد التمرينات الرياضية المنظمة والخاصة كوسيلة تأهيلية وفي كافة مجالات الحياة .

#### - الحمامات الهوائية الباردة ( ١٤ - ٢٠ ) والباردة جداً أقل من ( ١٤ )

حيث تستخدم الأنخفاض التدريجي في درجة الحرارة وإرتفاع مدة الجلسة حسب ملائمتها للطقس .

#### - الحمامات المائية

تستخدم لتحفيز الأوعية الدموية التي تنقلص عادة بسبب البرودة ومن وسائلها :

- المسح بالماء والأغتسال والدوش .

## - السباحة وخاصة السباحة الشتوية

السباحة الشتوية لها تأثير كبير في الجهاز العصبي المركزي ، والتي تنعكس على اجهزة و اعضاء الجسم الأخرى ، وتنخفض درجة حرارة الجسم فيها الى ( ٠ - ٣ )° والجلد الى ( ١ - ١٥ )° حيث يحدث تبادل غازي سريع ومفاجيء مع استهلاك كبير للطاقة وأرتفاع في الضغط الشرياني وزيادة النبض حيث يحدث مايسمى (دين البرودة) ويجب أن تستخدم هذه السباحة بشكل مدروس علميا بعد افحص الطبي حتى لاتسبب أضرارا في اجهزة الجسم واعضائه .

## رابعا - التدريب في الأعماق

يعتمد بناء الفرد تحت سطح الماء على استهلاك الأوكسجين عند الأقتراب من السطح والأقتصاد في صرفه ، وهذا يتم بوساطة عدد من التكيفات الفسيولوجية :

## التكيفات الفسيولوجية للتدريب في الاعماق

- بطء في ضربات القلب .  
- أقتصار دوران الدم على الأنسجة الحيوية فقط كالدماغ والعضلات القلبية ،

إن الطاقة الضرورية للتقلص أثناء الغوض ومصدرها التنفس اللاهوائي gLydcysis مع تكون كميات كبيرة من حامض اللبنيك Lacticacid ولايطرح هذا الحامض في الدورة الدموية إلا بعد الرجوع إلى سطح الماء حيث يتوفر الأوكسجين من جديد والضروري لتمثيل هذا الحامض .

## ويضاف إلى ذلك توفر العاملان وهما :

- وجود كمية من الميوكلوبين Myoglobin في العضلات وبذلك يمكن خزن كمية أكبر من الأوكسجين فيها قبل الغوض .

- عدم حساسية المركز التنفس Respiratory Center  
لأنخفاض في قيمة PH الدم .  
أن الرجوع الفجائي إلى سطح الماء من عمق كبير يؤدي إلى

- تجمع الغازات وخاصة غاز النايتروجين الذي ذاب في الدم بشكل كبير وذلك نتيجة لوجود الأنسان تحت ضغط عال مما يسبب تجمعها على شكل فقاعات تغلق الأوعية الدموية الحيوية , وهذا يسبب آلام شديدة في العضلات تدعى Bends أو (مرض كاسيون) الذي يؤدي إلى الموت ما لم يعالج بذوبان الفقاعات الغازية في الدم والأنسجة ثم تخفيض الضغط بشكل تدريجي , وبذلك تتحرر الغازات بصورة تدريجية وتطرح عن طريق الرئتين .

## الفصل التاسع

### الخصائص الفسيولوجية للنساء والاطفال والنشاط

#### الرياضي

#### المبحث الاول

#### الخصائص الفسيولوجية للمرأة والرياضة

خصائص ممارسة الانشطة البدنية عند المرأة

الفروقات التكوينية والفسيولوجية بين المرأة و الرجل

اولا - تركيب الجسم (حجم الجسم و السعات و الاعراض و

الاطوال)

- الفروقات الجنسية عند النساء



- الفروقات المورفولوجيه

ثانيا - نمو القدرات الحركية

- القوه العضليه

- المطاوله

- التوافق والمرونه الحركيه

ثالثا- وظائف الاعضاء والاجهزة الجسميه وتكيفها للجهد العضلى

( معدل التمثيل الاساسي , الجهاز الحركي ,جهاز القلب

والدوران ,مستويات بعض المواد في الدم, الجهاز التنفسي )

القابليه البدنيه والوظيفيه للمرأه خلال مراحل الدوره الشهرية

### المبحث الثاني

### الخصائص الفسيولوجيه للاطفال فى سن المدرسه عند اداء

النشاطات الرياضيه

الخصائص العامه

العوامل التي تؤثر على نمو الجسم عند الاطفال

(الوراثه , البيئه الخارجيه , وسائل التربيه البدنيه , الجهاز العصبي

والتنظيم الهرموني)

الادوار العمرية

اولا - الاعمار المدرسية الصغيرة الذكور ( ۸- ۱۲ ) سنة و

الاناث ( ۸- ۱۱ ) سنة

ثانيا - الاعمار المدرسية المتوسطة (الاحداث ) الذكور من ( ١٣-١٦ ) سنة الإناث من ( ١٢-١٥ ) سنة

ثالثا - الاعمار المدرسية الكبيرة (الشباب) الذكور من ( ١٧-١٨ ) سنة والإناث من ( ١٦-١٨ ) سنة  
الخصائص الفسيولوجية للدوار العمرية  
نمو الجهاز الحركي عند الاطفال في مختلف الاعمار

( نموالمهارات الحركيه ( الخبرات )

نمو القدرات البدنيه عند الاطفال في مختلف الاعمار  
الطاقة والنشاط العضلى في المراحل العمريه للاطفال

### المبحث الاول

### الخصائص الفسيولوجية للمرأة والرياضه

ان الاختلافات بين المرأة و الرجل فى النواحي الفسيولوجية وخاصة فى مرحلة بعد البلوغ جعلت هناك محددات لممارسة المرأة الأنشطة الرياضية المختلفة بعد سن البلوغ , حيث يبدأ تأثير الهرمونات الجنسية والفسيولوجية على الجسم و نموه .

### خصائص ممارسة الانشطه البدنيه عند المرأه

يبدأ التفاوت فى اللياقة البدنية ولصالح الذكور فى سن ( ١٦-١٩ ) سنة وبشكل أسرع من الإناث , وتصل الإناث الى قمة لياقتها البدنية فى سن البلوغ وهذا لا يبقى طويلا , ولكن استمرار ممارسة الانشطة الرياضية يرفع من مستوى اللياقة البدنية عند المرأة لفترة أطول . .

لا توجد فوارق في الاستجابة للنشاط الرياضي بين المرأة و الرجل و هما على حد سواء , ولكن هناك فوارق في تكوين الجسم وليس في ميكانيكية العمل , ويمكن الاستدلال على ذلك من خلال الفروقات في تحقيق الارقام القياسية بين الرجل والمرأة في مختلف الانشطه الرياضيه والتي تختلف فيها المتطلبات في القدرات البدنيه والوظيفيه , لذا يجب أن تراعى خصائص المرأة عند التدريب والمشاركة في المنافسات المختلفة. وعموما :

- تتفوق النساء في الالعاب التي تناسب التكوين الجسماني , والتي تعتمد على التوازن والتناسق الحركي بالدرجة الاساسي مثل الجمناستيك .  
- تتخلف المرأة عن الرجل في الالعاب التي تحتاج الى قوة كبيرة , ولكن عن طريق التمرين المستمر لما يتناسب وخصائص جسمها التكوينية الفسيولوجية يمكن أن يساعد في الوصول الى انجازات عالية ومتقدمة في الالعاب التي تتطلب القوه .

### الفروقات التكوينية والفسيولوجية بين المرأة و الرجل

تظهر الفروقات الفسيولوجية بين المرأة و الرجل في النواحي الاتيه:

اولا - تركيب الجسم (حجم الجسم و السعات و الاعراض و الاطوال)

ثانيا - نمو القدرات الحركية (القوة العضلية و العمل العضلي)

ثالثا- عمل الاعضاء والاجهزة الجسميه وتكيفها للجهد العضلي .

عند دخول مجالات التتميه البدنيه والتكامل الرياضي لابد من الاهتمام بهذه الاختلافات وخاصة فيما يتعلق بالوظائف الانثويه (الامومه) واعضاء الحوض ويجب الحذر عند اداء الحركات المفاجئه والقفز وخاصة عندما تكون المرأه غير مهياة للاداء حتى لاتسبب أية حركه غير طبيعيه للرحم.

## أولاً - تركيب الجسم

تبدأ الفروقات في تركيب الجسم بين المرأة و الرجل منذ سن الطفولة , ويكون نمو الذكور والاناث بنفس النسبة والى حد ( ٧ - ٨ ) سنوات حيث , بعدها يزداد نمو الاناث والى حد ١٢ سنة وفى سن ١٥ سنة يزداد نمو الذكور أكثر من الاناث .

سرعة النمو عند الاناث له علاقة بالتكامل الجنسى المبكر عند الاناث ويلاحظ فى الوقت الحاضر ولأسباب وراثية زيادة فى متوسط الطول و الوزن عند الذكور و الاناث.

## الفروقات الجنسية عند النساء

تظهر فى تركيب العمود الفقرى حيث أن المنطقه الصدرية عند الاناث تكون أقصر واضيق عند النساء مما يؤدي الى سرعة الشهيق والزفير وانخفاض السعه الحيويه بالمقارنة مع الذكور , ولكن طول الاجزاء الاخرى العنقية و القطنية وبقية أجزاء العمود الفقرى تكون أطول عند المرأة مقارنة بالرجل . بالاناث .

كذلك فأن حجم الثدي عند النساء يحد من قابليتها الوظيفيه حيث ان كبر حجمه يحد من تنفيذ بعض الفعاليات الرياضيه كما يسبب في احيان اخرى الاما في الظهر . - تتميز النساء بأتساع وعرض وتجويف الحوض عند المرأة اكبر وهذا بسبب الوظائف الانثويه (الحمل والولاده

( كما ان سعة الحوض يؤدي الى تمفصل عظمي الفخذ والحوض باتجاه الداخل اي ميل الفخذين للداخل باتجاه الركبه بينما تكون عند الرجل متوازيان وان عرض الحوض وخفته عند المرأه يؤثر سلبيا على سرعة الجري وتكون مفاصله اكثر عرضه للاصابه بسبب تقلب الركبه , ولكنه سعة الحوض تجعل جسم المرأه اكثر استقراره من الرجل .

### الفروقات المورفولوجيه

- **الاناث اقصر وأقل طولاً في الاطراف العليا و السفلى مقارنة بالذكور ( معدل طول المرأه اقل بنسبة ١٠ - ١٥ سم وذلك بسبب**
- **قصر عظام المرأه وهذا يجعل سرعتها الدورانيه اكبر من الرجل فيما يتفوق الذكور بالسرعه الحركيه )**
- **النساء اقل وزناً من الرجل يقدر (٧كغم) تقريباً , والنساء اخف بنسبة ٢٠ - ٢٥% من وزن الجسم الكلي وبما يقارب ٣٠ - ٤٠% من الوزن الخالي من الشحوم وهذا سبب تفوق القوة العضليه عند الرجل .**
- **الاكتاف أقل عرضاً واضيق عند النساء وتكون ضعيفه واقل انحداراً وهذا مما يمنحها مرونة عاليه ولكن لا يوفر قاعدة ارتكاز جيده لاستقرار الاوزان.**
- **الجذع اقصر عند المرأه وهذا يؤدي الى انخفاض مركز الثقل ايضاً ويمنحها توازناً افضل من الرجل والعمود الفقري عند**

النساء أكثر مرونة من الرجال وذلك بسبب زيادة مرونة ومطاطية الأربطة وحركة العمود الفقري الواسعة عند المرأة - تتميز النساء بانخفاض مركز ثقل الجسم لكون الأطراف السفلى عندها أقصر بالنسبة لطول الجسم ( قصر عتلة الطرف السفلي ) المهمة في تنفيذ متطلبات الأداء في الفعاليات , وهذا يساعد كثيرا في تنفيذ تمارين التوازن بالاستناد على الأطراف السفلى ورشاقه افضل كما في الجمناستك وبنفس الوقت فأن طول الأطراف السفلى تمنح الرجل سرعه وقوة اكبر - عظام الساق عند المرأة اقل تقوسا من الرجل .

### نمو القدرات الحركية

#### - القوه العضليه

ان انخفاض القوه العضليه وعدم المقدره على الاحتفاظ بها لفترة طويله عند النساء تحدد من قابليتها البدنيه والوظيفيه , وخاصة عند الجهد الذي يحتاج الى قوه ثابتة , ولهذا فان التمارين التي تتطلب شدة وقوه حركيه ثابتة يمكن ان تسبب تأثيرا سلبيا على جسم المرأة فارق القوة في العضلات عند المرأة تشكل ٣٠ - ٤٠% اكثر عند الذكور , لذلك تكون العضلات القابضة والباسطة عند النساء ضعيفة , أما عند الرجال فتكون أكثر قوة مثلا ( قوة العضلات الباسطة للعمود الفقري تساوى ١٦٠ كغم عند الرجال مقابل ١٠٠ كغم عند النساء ) وفى عمر

١٨-٨ سنة وجد أن قوة العضلات القابضة للرسغ عند الاناث تزداد بنسبة ٢١٢% أما عند الذكور ٢٥٧% .

### - المطاولة

تزداد المطاولة مع زياده العمر (١٥-١٧) وتكون الاختلافات ضئيله ولصالح الذكور حيث تتميز المرأه بأنخفاض المطاولة.

### - التوافق والمرونة الحركيه

تتميز الاناث بسرعة نمو قابلية التوافق الحركى والدقة والمرونة الحركية و الشعور بايقاعية الحركة ومطاطية العضلات العالية وتجيد الاناث تكنيك الحركة و التوازن الحركى المعقد .

### وظائف الاعضاء والاجهزة الجسمية

#### - معدل التمثيل الاساسي

يكون معدل التمثيل الاساسي عند الاناث اقل بما يقارب ٦- ١٠% عنه عند الذكور لنفس الحجم والمساحة السطحيه .

#### - الجهاز الحركي

يكون الجهاز العظمي عند الرجل اثقل واكثر صلابه من المرأه , وهذا مايكسب الرجل عزم قوه اكبر لذا يتفوق الرجل في العاب القوى ( العدو والرمي) .

كذلك حجم العضلات ووزنها عند المرأه اقل من الرجال , ويشكل وزن العضلات ٤٠-٤٥% من وزن الجسم الكلي عند الرجل بينما عند

المرأة يشكل ٣٠-٣٥ ٪ , وان قابلية نمو العضلات عند الاناث تكون اقل وابطاء من الذكور , وهذا يعود الى وجود هرمون التسترون الذكري الذي يعمل على زيادة حجم الالياف العضليه وزيادة الكتلة العضليه , وعند التدريب يزداد حجم العضلات عند المرأة ولكن زيادتها لا تصل الى المستوى عند الرجل .

- **الكتله العضليه تقل عند المرأه** مما يؤدي الى قلة استهلاك

الاوكسجين حيث تشكل

- **الانسجة الدهنية عند النساء** نسبة ٢٤ - ٢٥ ٪ من الوزن الكلي للجسم بينما عند الرجل ١٥ - ١٨ ٪ اي ان الشحوم عند المرأه اكبر بنسبة ١٠ ٪ من وزنها عند الرجل وهذا مما يشكل وزنا اضافيا غير فعال يقلل من القابليه الوظيفيه والاداء الحركي ولكنه يجعل المرأه اكثر تحملا للجو البارد.

- **جهاز القلب والدوران**

- **ان وزن قلب المرأة وحجمه وتجاويفه أصغر** بالمقارنة مع الرجل , ويبلغ متوسط وزن قلب المرأة حوالي ٢٣٠ غرام و عند الرجل ٣٦٦ جرام .

- تتميز المرأة بسرعة وزيادة **الضربات القلبية** وذلك لتعويض النقص الحاصل في حجم الدم المدفوع الى انحاء الجسم , وتكون زيادة ضربات القلب عند بدء التمرين بشكل اكبر من عند الرجل , كما يحتاج القلب الى فترة راحة اكبر ليعود الى حالته الطبيعيه بعد الجهد , وكذلك



تتميز النساء بزيادة اقل في ضربات القلب عند اداء الجهد , ويقل الاختلاف أو يتقارب فى سرعة ضربات القلب تحت تأثير التدريب البدني المنتظم

- حجم ما يدفعه القلب من الدم بالدقيقة عند النساء يكون اقل بالمقارنة بالرجال, وحجم الدم بالدقيقة عند الرجال يمكن ان يصل الى ٣٣ لتر اما عند النساء فيصل تقريبا ٢٥ لتر في حاله الجهد .

تتميز المرأه بانخفاض الضغط الدموى

### مستويات بعض المواد فى الدم

تكون المواد ( الكولسترول , البروتين الكلي . الماده الصفراء , اليوريا , الفوسفات القاعدي ) متساويه عند الاناث والذكور وتكون المواد ( معدلات فوسفات الكرياتين , الفوسفات اللاعضوي , السكر في الدم , الفوسفات الحامضي , الحديد ) اقل .

### - الجهاز التنفسى

- تركيب المسالك التنفسية والحجم والسعات التنفسية عند المرأة يتأثر بالنمو الجنسى فعند الاناث تكون السعة الكلية للرئتين والسعة الحيوية وسعة الحجم الهوائى الاحتياطى للشهيق والزفير وحجم الهواء والمتبقي تكون اقل مقارنة مع الرجل وان حركة الشهيق والزفير عند الاناث تتم بحركة الجزء العلوي من الصدر فقط في حين تتم بحركة الحجاب الحاجز عند الذكور اضافة الى حركة الصدر لذا يكون الشهيق اعمق عند الذكور مقارنة بالاناث .

- تقل التهوية الرئوية القصوى عند النساء بنسبه ٢٠-٣٠% بمقارنه مع الرجل وعند حساب هذه النسبه لكل ١ كغم من وزن الجسم تشكل فقط ٦% وان نسبة احتياج الاوكسجين اقل ذلك نسبة الى صغر حجم الجسم وقله التمثيل الغذائي الاساسي .

- سرعه التنفس عند النساء اعلى واقل عمقا وحجما بالمقارنه مع الرجل وكذلك تستخدم الاوكسجين بنسبه اعلى عند الجهد .

- قلته في زياده الايقاعات القلبيه وزياده في التهويه الرئويه تلاحظ عند النساء في حاله اداء العمل المتماثل .

عند جري المسافات المتوسطه يلاحظ تساوي في عمق الحجم الرئوي بالدقائق (وذلك بحساب العلاقه ذات الفائده الاقل عند المرأه في سرعه التنفس وعمقه).

- انخفاض الانتاجيه الهوائيه واللاهوائيه عند المرأه مقارنة بالرجل ,

- القابليه الاوكسجينيه القصوى عند النساء الرياضيات تقل بنسبه ٢٥-٣٠% (٢,٥-٤,٥) لتر عند النساء بالمقارنه مع الرياضيين الذكور (٥-٦ لتر) , ويلاحظ انخفاض في القابليه القصوي لاستخدام الاوكسجين عند النساء في عمر ٢٠-٣٠ سنه وكذلك النساء بعد عمر ٣٠ سنه , وعند النساء الرياضيات بعمر ٨-١٥ سنه تكون القابليه الاوكسجينيه القصوى اعلى من غير الرياضيات . وبغض النظر عن زياده القابليه الاوكسجينيه القصوى عند ممارسه الرياضه فان الرياضيه

بعمر ١٤-١٥ سنة تكون اقل في القابليه القصوى للاوكسجين وبالمقارنه مع الذكور لنفس العمر .

- انخفاض الانتاجيه الهوائيه واللاهوائيه عند النساء تسبب **انخفاض في القابليه الوظيفيه** عند اداء التمارين بشده تحت القصوى والتمارين متغيره الشده , فان القابليه الوظيفيه عند المرأه تشكل ٣/٢ منها عند الرجل , وعند العمل بالشده القصوى يقل هذا التفاوت .

- تظهر النساء اقتصاديه كبيره في العمل عندما تقوم بمجهود اقل من الرجل . عند اداء التمارين الدائريه المختلفه الشده ,

- **القابليه الوظيفيه للنساء تكون اقل** بالمقارنه مع الرجل , وذلك لقله القوه الدافعه وقد وجد عند العمل على الدراجه الثابته ان القابليه الوظيفيه عند الرجل تبلغ ١٢ كغم / متر / ثانيه و ٧,٨ كغم / متر / ثانيه عند النساء , وذلك بسبب قلته في احتياطي كريات الدم الحمراء عند المرأه بالمقارنه مع الرجل ,ولهذا عند اداء النشاطات العضليه ذات الشده العاليه فان دم النساء يظهر قابليه قلته **للاحتفاظ ب (PH) ماده الفعاله الموجود بشكل متوازن في مايوسن العضله**

- **عمق النبض الاوكسجيني** من الوظائف المهمه للتنفس والدوره الدمويه حيث يصل عند النساء النبض الاوكسجيني الاعلى ١٦ - ٢٠ مللتر , وهذا اقل بقليل بالمقارنه مع الرجل ولهذا تقل القابليه الوظيفيه عند النساء بسبب عدم كفاية الاوكسجين.

- اقصى دين اوكسجيني عند النساء يكون اقل من قيمته عند الرجال , وعند النساء المتدربات يصل الدين الاوكسجين الى ١٠-١٢ لتر اما عند الرجال فيصل الى اكثر من ١٥ لتر , وعند زياده العمر يقل حجم الدين الاوكسجيني عند المراه.

### القابليه البدنيه والوظيفيه للمراه خلال مراحل الدوره الشهرية

يجب دراسه الوظائف الفسيولوجيه لجسم المراه , وخاصة التي التي تحصل في وظائف الغدد الجنسيه والاعضاء الداخليه التي تخص الدوره الشهرية .

ويقصد بالدوره الشهرية هي تهدم خلايا خاصه متولده في الرحم وظهور خلايا البيض وتكوين الاجسام الصفراء في المبيض , حيث انه اذا لم يتكون جنين في خلايا المبيض فان الجسم الاصفر يموت وهذا يترافق مع سيل دموي (الحيض).

تتكرر الدوره الشهرية بشكل دوري كل (٢٨-٣٠) يوم وتستمر لمده (٣-٦) ايام ,

وتبدأ في سن ( ١١ - ١٤ ) سنه , وفي الوقت الحاضر وبسبب سرعه النمو البايولوجي تبدأ دوره الشهرية في اعمار مبكره اكثر من المشار اليها ( ٩ سنوات ) .

خلال المراحل المختلفه للدوره الشهرية يلاحظ اختلاف القابليه الوظيفيه للجسم , اذ ان قبل دوره الشهرية واثناء الحيض تزداد حساسيه الجهاز العصبي ويزداد النبض ويرتفع الضغط الدموي وغالبا تترافق هذه الاعراض بالشعور بعدم الراحة والام الراس .

تختلف النساء الرياضيات عن بعضهن خلال دوره الشهرية في القابليه البدنيه و الوظيفيه ومدى التكيف مع الجهد العضلي , حيث ان مستوى السرعه والقوه و القوه المميزه بالسرعه خلال فتره دوره الشهرية عند الرياضيات تكون غير متساويه .

وقد لوحظ عند لاعبات الجمناستك تدني النتائج هي التي ظهرت في الايام الاولى من الحيض وكذلك في اليوم (١٣-١٤ ) من دوره الشهرية , اما في اليوم ( ٦-١٢ ) و ( ١٥-٢٥ ) من دوره الشهرية فقد لوحظ تحسن بالدقه في الحركه اما في الايام التي تلتها فان دقه الحركه قلت , حيث تقل قبل دوره الشهرية (قبل يوم من بدء الحيض) , و بعد انتهائه مباشرة يلاحظ بطء في الوظائف الاستشفائيه والتي تبدأ بعد انتهاء الجهد .

ان الجهد التدريبي الكبير والذي تصحبه انفعالات شديده القوه يمكن ان يؤدي الى توقف النمو الجنسي (تتوقف دوره الشهرية بعمر ١٥ سنه)

كما تتأثر المرأة بالنواحي النفسية والاجتماعية والخلقية بشكل اكبر من الرجل وتكون اكثر قلقا وحساسيه في الظروف الصعبة .  
ولهذا فمن الضروري دراسه كافة الخصوصيات التكوينية للمرأة والتغيرات الفسيولوجيه التي تحدث بتاثير التمارين الرياضيه .

## المبحث الثاني

### الخصائص الفسيولوجيه للاطفال فى سن المدرسة

#### عند اداء النشاطات الرياضية

#### الخصائص العامة

يتعرض جسم الفرد خلال الحياة الى مجموعة تاثيرات (مورفولوجية , بايولوجية وتغيرات وظيفية شتى ) وتقاس القابلية البدنية والرياضية للفرد من خلال نمو الجسم نتيجة هذه التاثيرات والتي عادة ما تكون غير متساوية , ويمر الفرد بمرحلة النمو العام وتسارع النمو الطولى الذي يترواح بين البطء النسبى و ثبات الأحجام احيانا , وكذلك وظائف الجسم تبدا وظيفه وتتأخر أخرى .

بشكل عام أن القابلية الوظيفية عند الاطفال أقل بالمقارنة مع الكبار , وهذا لا يعود الى عدم تكامل النمو لديهم , لان كل مرحلة من مراحل النمو تعتبر تامة للمرحلة ذاتها .ولكن هناك عدة عوامل تؤثر على نمو الجسم منها .

### العوامل التي تؤثر على نمو الجسم عند الاطفال

#### - الوراثة

من الصفات الوراثية الاساسية التي يرثها الاطفال من الوالدين (الخصائص الجينية) مثل الطول و بناء شكل الجسم ونمو الاجهزة المختلفة .

#### - البيئة الخارجية

تشمل المهارات والحالة المعيشية والعوامل البيئية الاجتماعية التي يمكن ان تؤثر على طبيعة الفرد وسلوكه , وكلما كان التأثير كبيرا كان اكثر قوة و ثباتا .

#### - وسائل التربية البدنية

تعد وسائل التربية البدنية خاصة (التمارين الرياضية ) من الوسائل المؤثرة في نمو الجسم , حيث تنمو الأنسجة العظمية والعضلية وكذلك الاعضاء الداخلية بشكل أفضل تحت تأثير التمارين الرياضية , و يمكن اكتساب الصفات والقدرات الحركية بشكل متكامل , اما عند عدم اكتمال

الخبرات الحركية (القصور الحركي) ويبطئ النمو تتخفف القابلية الوظيفية للجسم خاصة في ادوار النمو.

### - الجهاز العصبي والتنظيم الهرموني

خلال نمو الجسم في المراحل العمرية المختلفة تتغير خصائص الجهاز العصبي و التنظيم الهرموني للوظائف , ففي المراحل العمرية المبكرة للنمو تسود تأثيرات الجهاز العصبي السمبثاوي , وهذا يظهر من خلال ارتفاع سرعة التقلصات القلبية عند الاطفال عند الراحة وبتقدم العمر يزداد تأثير العصب الباراسمبثاوي و يبطئ التقلص القلبي .

### الادوار العمرية

تشمل الادوار العمرية التغييرات في التكوين الجسمي و نمو الوظائف التي يمكن تمييزها خلال مراحل العمر ,

ووفق ذلك يمكن تقسيم الادوار العمرية المدرسية الى ما يلي :

اولا - الاعمار المدرسية الصغيرة الذكور ( ٨-١٢ ) سنة و

الاناث ( ٨-١١ ) سنة

ثانيا - الاعمار المدرسية المتوسطة (الاحداث ) الذكور من

( ١٣-١٦ ) سنة الاناث من ( ١٢-١٥ ) سنة

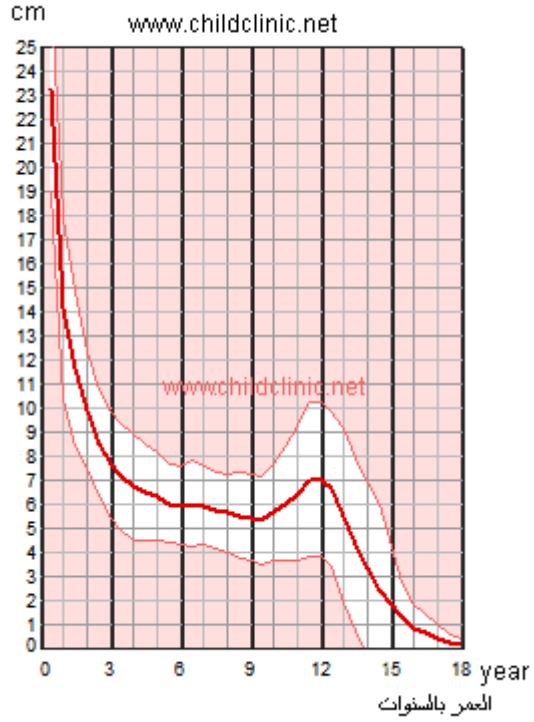
ثالثا - الاعمار المدرسية الكبيرة (الشباب) الذكور من (

١٧-١٨ ) سنة والاناث من ( ١٦-١٨ ) سنة وشكل ( ٤٢ )

يبين سرعة النمو عند الاناث وفقا للعمر.



عيادة طب الأطفال - مخطط سرعة النمو عند الإناث : سم / سنة



شكل رقم ( ٤٢ ) يبين سرعة النمو عند الإناث

### الخصائص الفسيولوجية للدوار العمرية

#### الاعمار المدرسية الصغيرة

تتميز هذه الاعمار بما يأتي :

- تكون الوظائف العصبية قوية ومتوازنة كما يكون رد الفعل سريع ومتوازن , وان شدة العمل تزداد بتقدم المرحلة العمرية .
- عدم المقدرة على تمييز الاختلافات الدقيقة .
- صعوبة الاستجابة في الاعمال المتتالية والمتأخرة .

- صعوبة الربط بين عمل الاجهزة لتشكيل الحركة .
- خلال هذه المرحلة تنمو الاجهزة الحسية والانفعاليه وفي سن ( ١٠-١٢ )  
( تنمو الوظائف الحركية والحواس وخاصة حاسة البصر واللمس وكذلك تنمو الغدد .
- في هذه المرحلة تصبح المعلومات الكلامية متكاملة وأكثر دقة , وتزداد  
الرابطة الوقتية بين الكلام كمحفز والوظيفة الحركية حيث ينم  
التحسس الحركي , وعند ممارسة التمارين الرياضية يزداد التأثير على  
قابلية الطفل الكلامية والذهنية مما بطور النشاط الحركي لديه .

#### الاعمار المدرسيه المتوسطه (الاحداث)

##### وتتميز هذه المرحلة بما يأتي :

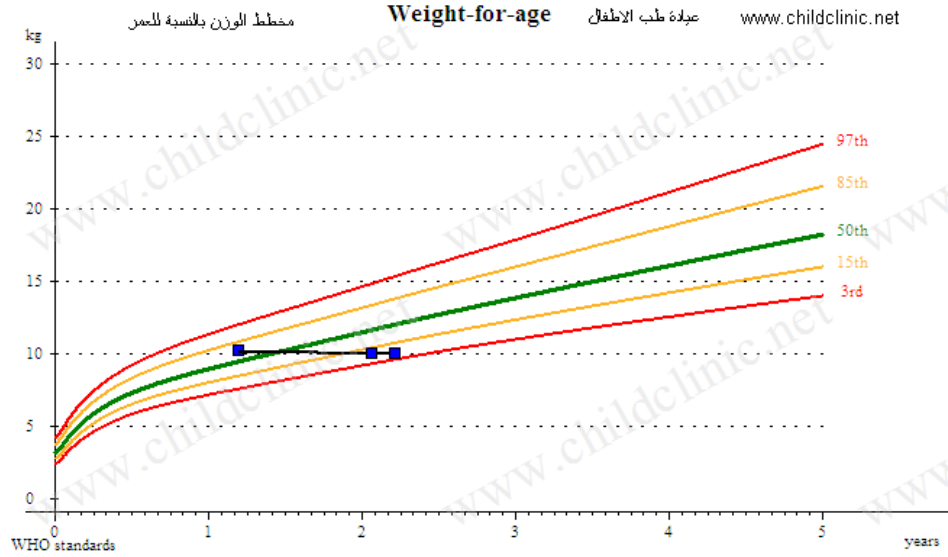
- ينمو الجسم عند الاحداث بشكل غير مستمر وشكل (٤٣) يبين نمو  
الوزن وفقا للعمر .
- يلاحظ التحفيز العالي مع وجود صعوبه في رد الفعل
- تقل الاستجابه للمحفز الكلامي .
- الانفعال وهذا يدل على عدم التوازن النفسي حيث تتميز المراكز  
العصبية (مركز النمو) في هذه المرحلة بعدم الاستقرار حيث يلاحظ

اثناء الجهد التعرق الشديد , ويزيد رد فعل الاوعيه القلبية بشكل مفاجئ  
مع تذبذب ايقاع القلب بشكل وقتي , وهذه التغييرات تحدث بسبب  
الاختلال في تنظيم الوظائف الجسميه في هذه المرحله .  
- تحدث في هذه المرحله ايضا تغييرات جنسيه , حيث تختلف  
الهرمونات ووظائف الغدد الجنسية وكذلك الغدد (النخاميه والدرقية) .  
- تتغير علاقه الاعصاب وفق التأثيرات المختلفه للجسم وهذا ما يميز  
هذا الدور عن مرحلة الطفوله .

### الاعمار المدرسيه الكبيره (الشباب)

عند تكامل نشاط الجهاز العصبي يتم الانتقال الى هذه المرحله وتتميز  
بما يأتي :  
- تكون الوظائف العصبيه اكثر تطورا واعلى قوة حيث يتم تنسيق  
مختلف الحوافز .

- تزداد كميته المعلومات وكذلك العلاقه بين الحافز ورد الفعل وتصبح  
اكثر تكاملا , وذلك لان نشاط النخاع الراسي في عمر ( ١٧-١٨ ) سنه  
يصبح اكثر تكاملا  
- يتكامل نشاط الهرمونات .



شكل رقم ( ٤٣ ) يبين نمو الوزن وفقا للعمر

## نمو الجهاز الحركي عند الاطفال في مختلف الاعمار

### الجهاز الحركي

يشمل ( العظام , العضلات , الجهاز العصبي العضلي )

### - العظام

- عند نمو جسم الطفل تتحول الانسجة الغضروفية الى عظمية ويحصل هذا التعظم في الهيكل العظمي بسرعة مختلفة , حيث يتعظم عظم الترقوه ولوح الكتف في عمر ( ٢٠-٢٥ ) وعظام الرسغ في عمر ( ١٠-١٣ )

سنه وسلاميات اصابع اليد في عمر ( ٩-١١ ) سنه اما عند الاناث فيبدأ  
التعظم قبل الذكور بحوالي ١-٢ سنه .

- تختلف سرعه تكوين العظام نسبياً ولها علاقه وثيقه مع تطور  
مراحل نمو الاطفال , ومن خصائص نمو العظام انها غير متساويه في  
الطول والعرض , ويلاحظ ايضا ادوار نمو سريعه وبطيئه وعادة  
ينتهي تكوين الهيكل العظمي بشكل متكامل في سن ( ٢٠-٢٤ ) سنه .  
- تتغير الخصائص الكيميائيه للعظم وتزداد بتقدم المراحل , حيث تزداد  
بعض المركبات مثل املاح الكالسيوم والفوسفور والمغنسيوم , وبنفس  
الوقت تزداد كثافة وتماسك العظم ويزداد صلابه , حيث يتم تزويده  
بالدم بشكل متكامل , ومن الجدير بالذكر ان نمو النسيج العظمي يرتبط  
بشكل وثيق بالطول .

#### - العضلات

- النسيج العضلي ينمو بشكل غير متساوي , حيث في ١٥ سنه  
الاولى من العمر يزداد وزن العضلات كل سنه بنسبه ٩% , وبعد ٢-٣  
سنه اي من سن ١٥-١٨ سنه يزداد وزن العضلات بنسبه ١٢% ,  
ويزداد وزن عضلات عند الاحداث الذكور (١٣-١٥ سنه) بشكل اكثر  
نسبياً من الاناث لنفس المرحله العمريه .

غالبا ما تنمو عضلات الرجلين طوليا وعضلات الذراعين ايضا ولكن بشكل اقل. ونمو العضلات الباسطه الطولي يسبق نمو العضلات القابضه , كما يزداد وزن العضلات بسرعه , وتبدأ وظائفها مبكرا وتؤدي جهدا كبيرا ولكن ليس اكثر من الحدود الطبيعيه , وعند زياده حجم المجاميع العضليه يزداد طول العضله وعرضها .  
عند الاحداث في عمر ١٢-١٤ سنه اغلبيه العضلات تكون قويه شكلا وتركيبا ولكن بمستوى اقل من الشباب .  
ومن الجير بالذكر ان العضلات ( المستعرضه ذات الراسين العضديه وكذلك العضله ذات الرؤس الاربعه الفخديه الباسطه للساق ) والى حد عمر ٦ سنوات تنمو بقدر (خمس اضعاف ) وفي عمر ١٧ سنه (ثمانية اضعاف ) .

### الجهاز العصبي – العضلي

ينمو الجهاز العصبي العضلي بشكل بطيء , ومع تطور المرحله العمريه يتغير تحفيز العضلات حيث تتميز بعدم الاستقرار وتكتسب القابليه على التحفيز العالي المتذبذب , ومن عمر (١٤-١٥) سنه يستمر عدم ثبات العضلات الى مرحله متقدمه .

يتم نمو الجهاز الحركي – الحسي خلال نمو الاجهزه الجسميه المختلفه  
وبوقت واحد مع تكوين الحركه وتطور المهارات البدنيه لدى الاطفال ,

### نموالمهارات الحركيه ( الخبرات )

تتمو الخبرات الحركيه عند الاطفال بالتدرج (المشى , الجري , القفز)

#### - المشى

يعد المشى من الخبرات الحركيه الصعبه , والتي يتعلمها الطفل في  
السنه الثانيه من العمر حيث يزداد طول الخطوه بالتدرج وتقل سرعه  
الحركه وتذبذب الجسم عند المشى وفي عمر ( ٣-٤ ) سنوات يكون  
الطفل قادر على الجري وفي عمر ( ٨ ) سنوات يتمكن من تحديد طول  
الخطوه وسرعه الحركه , والتي هي احدى مميزات المراحل العمريه  
الكبيره .

#### - الجري

بعد اتقان المشى عند الطفل تحدث مرحله طويله من التحليق اثناء  
المشى مع قلّه فتره الاستناد من (٣- ١٠) سنوات . و فتره التحليق  
تزداد اكثر في عمر ( ١٢ ) سنه , ومع ازدياد العمر تصبح الخطوه اكبر  
وتزداد سرعتها (سرعه الجري), وتكون السرعه القصوى للجري عند  
الاطفال بعمر ( ٧ ) سنوات ٤,٥٥ متر في الثانيه , وفي عمر ( ١٥ - ١٦ )  
( سنه ٧,٥٩ متر في الثانيه , وفي عمر ( ١٩-٢٩ ) سنه وعند  
الرياضيين ذوي المستويات العاليه ٩,٧٧ متر في الثانيه .

قابليه الاحتفاظ بالسرعه العاليه اثناء الركض (مطاوله السرعه) عند الاطفال بعمر ( ٧-٨ ) سنوات تكون اقل من الاحداث والشباب , وان التدريب الرياضي المستمر يسبب زياده السرعه القصوي للجري وخاصة مطاوله السرعه .

### - القفز

يعد القفز من الخبرات الحركيه الصعبه ايضا , ويتطلب نمو كبيراً في القوه العضليه وفي السرعه , تتكون مهاره القفز في السنه الثالثه من عمر الطفل , ومع تطور المرحله العمرية يزداد ارتفاع او بعد القفزه , ويلاحظ افضل قفزه (طول القفزه) عند الذكور قبل عمر ١٣ سنه , اما عند الاناث في عمر اقل من ١٢ سنه , وفي عمر (١٧-١٨) سنه يتوقف نمو طول القفزه .

التدريبات الرياضيه تؤثر على نمو هذه المهاره , ويلاحظ عند الشباب الرياضيين اكبر تطور في طول القفزه عند الاعمار ( ١٣-١٦ ) سنه .

### نمو القدرات البدنيه عند الاطفال في مختلف الاعمار

هناك علاقه وثيقه بين نمو عناصر اللياقه البدنيه (القوه , السرعه , المطاوله , التوافق , المرونه) وبين اتقانها , حيث تتكون هذه القدرات بشكل غير متساوي وليس بوقت واحد وقد تبلغ الحد الاقصي في اعمار مختلفه .



## القوة العضلية

ترتبط القوة العضلية مع طول الانسجة العظمية والعضلية وتركيب الاجهزه والاربطه المفصليه , وكذلك نمو التوافق الحركي للعضلات .

يلاحظ اعلى نمو في قوة العضلات في سن ( ١٤-١٧ ) سنة وعلى سبيل المثال قوة العضلات الباسطه للجذع تزداد في عمر ١١-١٤ سنة من ٦٧,٧ الى ٩٠,٨ كغم وفي عمر ١٤-١٧ سنة تصل الى ١٤٤ كغم .

غالبا ما تزداد قوة العضلات الباسطه اكثر من العضلات القابضه , اذ تلاحظ اكبر زياده قوة العضلات الباسطه في الفخذ والجذع و اقل قوة في العضلات القابضه للذراع والساعد والكتف .

**نمو القوة العضلية غير متساوي خلال المراحل العمرية , كذلك يختلف نمو القوة في العضلات المختلفه , ويؤثر نمو القوة السريع والجهد العالي بشكل سلبي على تكوين الجهاز الحركي للاحداث وعلى نمو العظام الطولي . تكوين القدرات الحركية لا يرتبط بالمراحل العمرية فقط و لكن له علاقه مع العمر البيولوجي أيضا وكلما كان مستوى النمو البيولوجي اكبر كلما كانت القوة العضلية أكبر .**

تتساوى القوة العضلية عند الاحداث في مختلف الاعمار المتساوين في النضوج الجنسي , بينما في الاعمار ١٣-١٥ سنة والمتساوية تقويميا يلاحظ اختلاف كبير في القوة العضلية .

الرياضيين الشباب ( لاعبي الجمناستيك والمصارعين و المبارزين  
ولاعبي الهوكي ولاعبي السلة و الكرة الطائرة) يسبقون أقرانهم في  
النمو الجنسي ,مع نمو في القوة العضلية بشكل أكبر وكذلك في سرعة  
الجرى وفي القوة المميزه بالسرعه عند اداء التمارين الرياضيه  
ولهذا فإن الرياضيين في مرحلة البلوغ المبكر بعمر ١٤ سنه تكون  
نتائجهم اقل مستوى بالمقارنه مع الرياضيين الشباب الذين يتميزون  
بمستوى اعلى من التكامل الجنسي .  
من ضروري دراسة الفروقات الفرديه للرياضيين وخاصة الطول  
وتركيب الجسم اضافه الى العمر التقويمي عند التدريب في مجالات  
التربيه البدنيه من اجل بلوغ التكانل الرياضي

### السرعه

تتمو سرعه الاستجابه الحركيه وسرعه رد الفعل وسرعه الحركه  
الواحده وسرعه تكرارها بشكل متفاوت وحسب المراحل العمريه .

سرعه رد الفعل في عمر ٥-٧ سنوات تساوي تقريبا ٠,٣٠ - ٠,٤٠ ثانية  
ثانيه اما في الاعمار التي تليها تصل ٠,٢٠ ثانية وفي عمر ١٣-١٤  
سنة يتقارب هذا الزمن مع المعدل لدى الكبار ٠,١٥ - ٠,٢٠ ثانية .  
تختلف سرعة رد الفعل الحركى فى مختلف المجموعات العضلية ,  
حيث يلاحظ أكبر سرعة رد فعل عند ثنى الاصابع والساعد و أقل  
سرعة عند ثنى الجذع و الساق و الفخذ .

تقل فترة الكمون (الفترة التى تسبق الاستجابة الحركيه ) مع تقدم  
المرحلة العمرية وبشكل غير متساوى , حيث تتسارع في سن ٩ -  
١١ سنة وما بعدها وبعد ١٣-١٤ سنة وتبطيء وتقل فترة الكمون لرد  
الفعل الحركى عند التدريب فى سن ٩-١٢ سنة لأن هذا العمر أكثر  
ملائمة لنمو السرعة .

زيادة نمو الجسم تقلل من الفترة الزمنية اللازمه لتنفيذ الحركة ولحد  
١٣-١٤ سنة حيث يقترب الوقت المصروف على تنفيذ الحركة الواحدة  
الى الوقت عند الكبار .

الرياضيون الشباب يتميزون بنمو السرعة الحركية , وفي عمر ١٣-  
١٤ سنة يلاحظ أيضا أن الاطفال المتدربين يفوقون الغير متدربين فى  
نمو السرعة الحركيه , و تكون السرعة الحركية القصوى لمختلف  
زوايا الجسم غيرمتساوية عند الاطفال وكذلك الكبار في مختلف  
الاعمار, وأقل سرعة حركية تلاحظ في مفصل الكاحل , كما تلاحظ  
السرعة القصوى للحركة خلال ١٠ ثوانى في مفصل المرفق ومع تقدم

المرحلة العمرية تنمو بقدر ٣,٣ - ٣,٧ مرات مما عند الاطفال. ووجد ان في عمر ١١ سنة السرعة القصوى على الدراجة الهوائية تساوى ٣٨ حركة خلال ١٥ ثانية وعند الشباب بعمر ١٨ سنة تساوى ٤٧ حركة .

ان نمو السرعة القصوى للحركة يزداد سنويا عند الاطفال فى عمر ٤-٦ سنوات و فى عمر ٧-٩ سنوات , أما فى المراحل العمرية التالية تقل وتيرة ازدياد السرعة الحركية وبعد عمر ١٥ سنة تتوقف , ويعمل التدريب الرياضى على زيادة السرعة الحركية القصوى وخاصة عند الرياضيين الشباب وكما ذكرنا سابقا أن عمر ٩-١٢ سنة تنمو فيه السرعة الحركية بشكل كبير , لأن فى هذه المرحلة تأثير التدريب فى نمو السرعة يكون بشكل أكثر ملائمة بينما فى الاعمار التى تليها يكون تطور السرعة أبطأ .

### المطاولة

تزداد المطاولة مع ازدياد المرحلة العمرية وذلك بسبب زيادة القوة الثابتة و الحركية , فمثلا تزداد مدة القوة الثابتة للعضلات الثانية للاصابع لاعمار من ٣-١٨ سنة بحوالى ٣-٤ مرات مما كانت عليه . ان زيادة مطاولة القوة فى المجموعات العضلية المختلفة غير متساوى ولا يحصل بوقت واحد , وفي عمر ٨-١١ سنة تتميز العضلات الثانية والباسطة للساعد بمطاولة اكبر تليها العضلات الباسطة للجذع وفى عمر ١١-١٤ سنة تزداد بشكل كبير مطاولة عضلة الساق التوأمية

وبلاحظ في عمر ١٣-١٤ سنة انخفاض بسيط في المطاولة للعضلات الثانية و الباسطة للساعد وكذلك العضلات الباسطة للذراع. عند نمو الجسم تزداد المطاولة عند تنفيذ الاوضاع المعقدة في الجمناستيك مثل التعلق والاستناد ففي سن ١٣-١٧ سنة تزداد مدة التعلق بحوالي ٤ مرات و في عمر ١٣-١٤ سنة تبطاء وتيرة نمو المطاولة الثابتة , ومع تقدم المرحلة العمرية تزداد فترة أداء العمل الحركى الشديد .

تختلف الاناث عن الذكور في تطور المطاولة وكلما تقدمت المرحلة العمرية كلما زاد الاختلاف و كان كبيرا , في عمر ١٤-١٥ سنة وعند الجنسين ( الذكور و الاناث ) تزداد المطاولة بالمقارنة مع الاعمار ٨-٩ سنوات اكثر بحوالى ٢-٣ مرات و تلاحظ أكبر مطاولة في سن ١٢-١٥ سنة .

يتميز الرياضيون الشباب بارتفاع نمو قابليتهم الوظيفيه بشكل كبير مقارنة بغير الرياضيين فمثلا الاناث السباحات بعمر ٨-١٥ سنة تزداد لديهن القابلية الوظيفيه بشكل ملحوظ . وتزداد القابليه الوظيفيه عند الاناث بحوالى ٣ اضعاف أما عند الذكور فتزداد بحوالى ٣-٤ اضعاف .

**المرونة**

هى قابلية تنفيذ الحركات لمدى كبير , وتعد المديات المحدده للمفصل لاداء الحركة هي حدود المرونة , وللمرونة علاقه كبيرة بحركة المفاصل والخاصية المطاطية للعضلات و الأربطه المحيطة بالمفصل , والتي تتغير تبعا لتأثير الجهاز العصبى المركزى .

تتغير المرونة مع نمو الجسم وبشكل غير متساوى , فمثلا نلاحظ عند بسط العمود الفقري تزداد المرونة عند الذكور بعمر ٧-١٤ سنة و الاناث بعمر ٧-١٢ سنة , أما فى الاعمار الاكبر تقل حركة ثنى العمود الفقري وتزداد بشكل كبير فى عمر ٧-١٠ سنوات أما فى عمر ١١-١٣ سنة تقل المرونة , ويلاحظ ارتفاع المرونة عند الذكور فى عمر ١٥ سنة , وأما عند الاناث فى عمر ١٤ سنة .

**تقل المرونة عند اداء الحركات الشديدة الايجابية بالمقارنة بالحركات السلبية , عند حركة الثنى والمد فى مفصل الكتف تزداد المرونة فى سن ١٣ سنة و تزداد المرونة فى مفصل الورك بعمر ٧-١٠ سنوات أما بعدها فيكون تطور المرونة أبطاء و الى سن ١٣-١٤ سنة حيث تتقارب المرونة مع الكبار .**

### التوافق

يشمل التوافق الظواهر ( الدقة و الانتشار فى الفراغ ) , وينمو التوافق بشكل كبير فى عمر ٧-١٠ سنوات و لكن فى عمر ١٠-١٢ سنة يلاحظ استقرار هذه القابلية مع دقة اداء الحركة فى المكان , وفى عمر ١٤-١٥ سنة تختل قابلية تقويم وضع الجسم و أجزائه المختلفة فى الفراغ , ومع تقدم المرحلة العمرية فى عمر ١٦-١٧ سنة ترتفع هذه القابلية وتصل بشكل متكامل كما عند الكبار , ويساعد التدريب المنتظم على تحسين الدقة الحركية و الانتشار فى الفراغ .

خلال مراحل نمو الطفل تتغير قابلية تمييز وتيرة الحركة , ولقد وجد أن هناك انحراف كبير في وتيره الحركة فى عمر ٧-٨ سنوات والى حد ١٤ سنة حيث تتحسن الوتيره الحركية وتتكامل كما عند الكبار , ولذلك أن للعمر دور كبير فى تكامل قدرة توافق نشاط العضلات لذا فإن الاحداث فى عمر من ١٣-١٤ سنة يستطيعون تنفيذ الحركات المعقدة والصعبة التوافق الحركى .

### الطاقة والنشاط العضلى فى المراحل العمرية للأطفال

التوازن الغذائى يلعب دورا كبيرا فى النمو البدنى والذهنى للأطفال وبتزايد نمو اجهزة الجسم عندما تتم التغذية بشكل صحيح . .

### تمثيل البروتينات

يحتاج الاطفال فى اليوم الواحد مايساوى ٣ غرام لكل الكغم من وزن الجسم من البروتينات في عمر ٧-١١ سنة والى ٢,٥ غرام لكل الكغم من وزن الجسم فى عمر ١١-١٤ سنة والى ١,٥ فى عمر ١٤ سنة فأكثر .

يحتاج الذكور الى البروتينات أكثر من الاناث وكلما زاد التدريب الرياضى كلما ازداد الاحتياج للبروتينات أكثر , ويحتاج الرياضيون الشباب الى البروتين الحيوانى اكثر لكونه يحتوى على جميع الحوامض الامينية .

### تمثيل الكربوهيدرات

تعد الكربوهيدرات من مصادر الطاقة الضرورية للرياضيين الشباب ,  
وان احتياطي الكربوهيدرات فى الكبد و العضلات قليل وقابلية تحريره  
بطيئة عند الاطفال والاحداث مقارنة بالشباب ولهذا عند النشاط  
العضلى الشديد و الذى يتطلب نسبة عالية من الكربوهيدرات يحدث  
انخفاض سريع فى نسبة السكر فى الدم عند الاحداث , ويحتاج الجسم  
(٨- ١٥ ) غرام لكل كغم من وزن الجسم فى اليوم من  
الكربوهيدرات .

### تمثيل الدهون

تزود الدهون مايعادل ٣٠- ٣٥ % من السعرات اللازمه للأطفال ,  
ويحتاج الطفل في عمر ٧-١١ سنة ٧٠-٨٠ غرام يوميا , و يحتاج في  
عمر ١١ - ١٥ سنة الى ٩٠-١٠٠ غرام يوميا .

### تبادل الطاقة

يستهلك الاطفال الطاقة وفقا لوزن الجسم والمساحة السطحية نسبة  
أعلى من الطاقه مقارنة مع الكبار , وذلك بسبب نشاط وظائف الاكسدة,  
وعند أداء عمل مماثل يستهلك الاطفال طاقة أكبر من الكبار , وذلك  
لان عند الاطفال تستهلك طاقة ضائعة بنسبة أعلى من الكبار نسبة الى  
كغم / متر من العمل .

تكون نسبة تمثيل الطاقة عند الاطفال أقل بالمقارنة مع مستوى ارتفاع  
الطاقة عند الكبار, لذلك تكون القابلية القصوى لاستخدام الاوكسجين أقل



عند الاطفال , وأن القابلية القصوى لاستخدام الاوكسجين لها علاقة بالعمر التقويمى اضافة الى سرعة نمو الجسم .  
تزداد عند الرياضيين الشباب قابلية التبادل الاوكسجينى الى الحد الاقصى مقارنة مع غير الرياضيين , كما يتميز الاطفال بانخفاض الانتاجية اللاهوائية . ويتوقف الاطفال بعمر ٩-١٠ سنوات عن اداء النشاط البدنى الشديد عند ازدياد الطلب الاوكسجينى , تعد الانتاجية الهوائية واللاهوائية من احدى العوامل التى تحدد من القابلية الوظيفيه للمعضلات عند الاطفال .

### الدم و الدورة الدموية

#### الدم

تبلغ كمية الدم عند الاطفال بعمر ٧-١٢ سنة ٧٠ مللتر لكل كغم من وزن الجسم أما الكبار فحوالى ٥٠-٦٠ مللتر لكل كغم , و يتميز الاطفال بانخفاض كمية الكلوكوز فى الدم عمر ٧سنوات حيث تبلغ كميته ٧٠-٨٠% ملغم من نسبته عند الكبار وفى عمر ١٢-١٤ سنة ٩٠-١٢% ملغم مقارنة بالكبار وبعد ذلك يتقارب مع نسبته عند الكبار . عند تقدم المرحلة العمرية تنخفض قابلية التخمر فى الدم , وذلك لتحلل الكربوهيدرات عند الكبار بحوالى ٤ مرات مقارنة مع الاطفال بعمر ٧-٨ سنوات .

تقل عند الاطفال نسبة الهيموجلوبين والسعة الاوكسجينية فى الشرايين بعد النشاط البدنى الشديد . وترتفع لزوجة الدم و يقل عدد

الخلايا الحمراء عند الشباب , ويزداد عدد الاقراص الدموية وتتسارع عملية تخثر الدم .

يحدث الاستشفاء في هذه المرحلة بعد ٦ ساعات من انتهاء الجهد أما عند الكبار بعد ١,٥-٢ ساعة . وعند الشباب وفي حالة عدم كفاية الاوكسجين تتغير فترة لزوجة الدم ونسبة الهيموجلوبين بشكل مفاجئ مع تقدم المرحلة العمرية.

### القلب

- يزداد حجم القلب الكلي وخاصة عند تدريبات المطاوله المنتظمه , وان نشاط الاداء الوظيفي للقلب يزيد من سعه الفواصل في الاوعيه الدمويه ولهذا السبب يتم تزويد الانسجه العامله في الاعضاء المختلفه بالدم بشكل جيد , وتحسن دوره الدمويه الطرفيه وتنشط وتفتح اوعيه دمويه جديده اثناء النشاط العضلى .

- تزداد مدته دوره القلبيه كلما ازداد العمر وفي عمر ٦-٧ سنوات تستغرق ٦٤ . ٠ ثانيه اما في عمر من ١٢ - ١٤ سنه تصل ٧٢ . ٠ ثانيه - عدد الضربات القلبيه في عمر ٧ سنوات تقارب ٨٥ - ٩٠ ضربه في الدقيقه , وفي عمر ١٤ - ١٥ سنه ٧٠-٨٠ ضربه في الدقيقه . سرعه الضربه تذبذب بشكل كبير حيث تكون اقل في وقت الراحة عند الرياضيين الشباب عند تدريب المطاوله لفته طويله واقل عند الرياضيين الاكبر سنا .

سرعه التقلصات القلبية تقل مع تقدم العمر وانتظام الجهد ويظهر الشباب الاقتصاديه العاليه عند التأقلم على الجهد , وفي حاله التمارين عاليه الشده فأن سرعه الضربه ترتفع عند الرياضيين الشباب عن سرعتها عند الكبار . اما حجم الضربه عند الشباب يكون اقل .  
تزداد سرعه النبض مع تقدم المرحله العمريه بسبب ارتفاع نشاط الوظائف القليه . وتزداد ضربات القلب عند الاحداث زياده كبيره مقارنة مع الكبار في الحالات ( ارتفاع الجهد , زياده شدة الجهد , زياده مده ألجهد , زياده تكرار التمرين وتقليل فتره الراحة) و يرتبط تحديد القابليه التقلصيه للقلب عند اداء التمارين الرياضيه بمقدار الجهد والعمر . في العمل لمده قصيره (تمارين القوه القصوى) يتم استشفاء النبض عند الاطفال بعمر ١١ - ١٢ سنه بشكل اسرع مقارنة مع الكبار وان الجهد الشديد الذي يستغرق فترة طويله يتأخر استشفاء النبض .  
يزداد حجم الدم في النبضه الواحده وخلال الدقيقه الى الحد الاعلى في الارتفاع مع زياده العمر لذا يقل حجم الدم في النبضه الواحده عند الاطفال ويزداد حجم النبضه وسرعة ضربات القلب عند اداء التمارين الرياضيه ولكن تكون الزيادة اقل عند الاطفال مقارنة بالكبار وتحصل زياده حجم الدم بالدقيقه بسبب ازدياد ايقاع القلب .

### الضغط الدموي

يرتفع الضغط الشرياني عند الاحداث والشباب في عمر ١٣-١٦ سنه , و يلاحظ احيانا ارتفاع وقتي للضغط الانقباضي الى حد ١٤٠ ملم/

زئبق , ويزداد الضغط الدموي في النشاط العضلي عند الاطفال بنسبه  
اقل مقارنة مع الكبار , ويكون ارتفاع الضغط الانقباضي عند  
الرياضيين الشباب اعلى مقارنة مع الشباب غير الرياضيين .

### التنفس

تتطور وظيفه التنفس مع ازدياد نمو الجسم , وتكون سرعة التنفس  
عند الاطفال عند الراحة اكبر من الكبار, ولكن اقل عمقا , وتصل  
سرعة التنفس الى ٢٢-٢٦ مره في الدقيقه وبعمق ١٦٠-٢٤٠  
مللمتر في عمر ٥-٧ سنوات .

يرتفع حجم التنفس خلال الدقيقه الى الحد الاقصى مع زياده العمر  
ونمو الجسم حيث يزداد الطلب للاوكسجين , ويستخلص ١ لتر من  
الاوكسجين في عمر ٧-١٠ سنوات من (٢٩-٣٠) لتر هواء , وعند  
الاحداث من (٣٢-٣٤) لتر هواء , اما عند الكبار من (٢٤-٢٥) لتر  
هواء.

عند الاطفال يستخلص لتر واحد من الاوكسجين للاسجه من (٢١-  
٢٢) لتر من الدم اما عند الكبار فاكثر من (١٥-١٦) لتر وترتفع  
التهويه القصوي للرئه وبصوره اراديه مع تقدم المرحله العمريه  
وتكون اكبر عند الرياضيين الشباب بالمقارنه مع غير الرياضيين .  
عندما تقل تهويه الرئه الاراديه تحدد من قابليه التنفس عند النشاط  
البدني او الجهد العالي ويحتاج الاطفال بعمر ١١-١٢ سنه الى  
الاوكسجين بنسب اقل عند اداؤهم التمارين بشده قصوى

بالمقارنه مع الشباب والكبار , لذلك كلما ازداد العمر كلما احتاج الى نبض اوكسجين اعلى ويقصد بالنبض الاوكسيني (علاقه ما يحتاجه الفرد من الاوكسجين خلال الدقيقه الى سرعه التقلصات القلبية وحجم الاوكسجين المستخلص من لتر واحد في الهواء المستنشق ) , وهذا يدل على ان علاقته الوظيفيه للتنفس وجهاز الدوران ترتفع بزياده العمر , ويتميز الاطفال بقيم وظيفية تنفسيه اعلى فعلى سبيل المثال . حجم الاوكسجين المستخدم لكل ١كغم يساوي ٢٦,٤ مللمتر عند الاطفال بعمر ١١-١٢ سنه اما الشباب بعمر ١٨-٢٠ سنه يساوي ١٤,٧ مللتر .



## الفصل العاشر

### الهرمونات (Hormones) والانزيمات (ENZYMES)

#### المبحث الاول

#### الهرمونات (Hormones)

الهرمون Hormones

التصنيف الكيميائي للهرمونات

وظائف الهرمونات

اماكن عمل الهرمونات

- كيف يعمل الهرمون

- انواع عمل الهرمونات

- الهرمونات الموضعية Local

- الهرمونات العامه

- العوامل المساعدة في افراز الغدد الصماء

ومستوى الهرمونات في الدم

تصنيف الهرمونات

الخصائص العامه للهرمونات

الغدد في الجسم Gland in Human Body

اولا- (الغدد الصماء (اللاقنوية) Endocrine داخلي

ثانيا- (الغدد الصماء القنوية): Exocrine خارجي

ثالثا- الغدد المشتركة ( endo - exo crine )

أهم الغدد الصماء في الجسم

اولا- الغدة النخامية (pituitary Gland)

ثانيا- الغدتان الكظرية Adrenal Gland :

ثالثا - الغده الدرقيه Thy roid

رابعاً- الغدد جارات الدرقيه *Parathyroid Glands*  
خامساً- غدة البنكرياس *Pancreas*  
سادساً- المناسل *Gonads*  
سابعاً - الغده الزعترية *Tymus Gland*  
ثامناً- الغده الصنوبريه *Pineal Gland*  
تاسعاً- بطانة المعده والامعاء *Mucosa of Stomach and Intestine*  
عاشراً- الكلتيان *Kidney*  
الحادي عشر- هرمون القلب

## المبحث الثاني

### الانزيمات

تكوين الانزيمات  
وظائف الانزيمات  
آلية عمل الانزيمات  
خواص الانزيمات  
انواع الانزيمات  
العوامل التي تؤثر على عمل الانزيمات  
النشاط الرياضي والانزيمات



## المبحث الاول

### **Hormones الهرمونات**

#### **Hormones الهرمون**

كلمة هرمون مشتقة من اليونانية ( Hormad ) وتعني نشط او فعال وقد استخدمت فيما بعد لوصف المواد الكيميائية المحفزه والمثبطه التي تفرز من الغدد الصماء وتنتقل خلال الاوعيه الدمويه الى اعضاء الجسم لتنظيم نشاطها و كلمة هرمون تعني الرسل الكيميائيه Messengers التي تنتقل عبر الدم من الغدد الصماء الى الخلايا الهدف وتعرف الهرمونات:

هي مادة كيميائية تفرز من الغدد الصماء داخل الجسم الحي وبكميات قليلة تنقل بعد إفرازها إلى سوائل الجسم ومن ثم إلى الدم ، حيث توجد الأعضاء المستهدفة (Target organs) لغرض تنسيق وظائفها والتي تحدث استجابة فسيولوجية نموذجية في خلايا أخرى . الهرمون لا يغير من التفاعلات الكيميائية ولكن ينظم فقط (يحفز أو يثبط) ويحتاج الهرمون الى وسيط داخل الخلية الهدف مثل ( AMP ) احادي فوسفات الاديونوزين الحلقي الذي ينشط الهرمون انزيميا في الخلية ويحول ATP الى AMP .

الهرمونات مواد عضوية تنتج بشكل طبيعي في الجسم وتحدث تأثيرات تنظيمية في ايض الكائن الحي ويحتاجها الجسم بكميات ضئيلة جداً ويظهر تأثيرها بعيداً عن المكان الذي تكونت فيه .

يقوم الجهاز الهرموني بالتنسيق مع الجهاز العصبي بتنظيم النشاط الكيميائي لخلايا وانسجة الجسم المختلفه , ويتميز الجهاز العصبي عن الجهاز الهرموني بتنسيق وسرعة الاستجابة (اقل ما ٤/١ ثانيه ) لاي اضطراب في اسقرار التجانس في خلايا الجسم تبعاً للتغيرات البيئية الخارجيه والتغيرات الانفعاليه لذا يطلق عليه **جهاز التحكم السريع** , اما الجهاز الهرموني يكون عادة بطيء الاستجابة ( ١٥ ثانيه تقريبا ) لكن تأثيره يستمر لفترة اطول ويسمى **بجهاز التحكم البطيء** .

يتكون الجهاز الهرموني من الغدد الصماء التي تفرز الهرمونات مباشرة الى الدم لتقوم بوظائفها في احداث الكثير من التغييرات البيولوجيه في الجسم وخاصة التمثيل الغذائي لذا فأن الغدد الصماء تكون مسؤوله عن الاستجابات الوظيفيه والتكيف للنشاط الرياضي .

### التصنيف الكيمياءى للهرمونات

#### - الهرمونات الستيرويديه ( البنائيه ) Steroids

وتشمل ( الكورتزول, الالدوستيرون , الاستروجين , البروجستيرون , التستيرون )

#### - الهرمونات اللاستيرويديه Nonsteroidal

وتشمل

- البروتينيه (هرمون النمو , البرولاكتين , الباراثورمون, كالسيتونين)
- الاحماض الامينيه ( هرمون الابنفرين , النورابنفرين , الميلاتونين , الثيروكسين )
- البروتين السكري ( الهرمون المحفز للحوصلات , الهرمون الملوتن , المحفز للغده الدرقيه. هرمون الحمل)
- البيبتيدات ( الهرمون المضاد للتدرر , الاوكسيتوسين , المحفز للميلانين , هرمون القلب )

### وظائف الهرمونات

- التمثيل الغذائي metabolism ويتضمن السيطرة على إنتاج الطاقة واستهلاكها وعلى عملية الهضم .
- موازنة السوائل والأملاح ( ثبات الوسط الداخلي للخلايا وخاصة تركيب محاليل الجسم ) .
- المساعدة في ضبط بيئة الجسم الداخليه عن طريق تعديل التركيب الكيمياءى لبعض جزيئات الخلايا المستجيبه .
- الاستجابه لتغيرات بيئيه رئيسه تساعد الجسم في مواجهة الحاجات الطارئه مثل العدوى والجفاف والجوع وتغيرات الطقس الحاده والكرب العاطفي

- تطور ونمو الجهاز الجنسي اي تشترك في جميع العمليات الجنسية ( المساهمه في عمليات التكاثر , مثل تكوين الخلايا الجنسية والاصاب وتغذية الجنين والولاده وتغذية الوليد )
- التحكم في النمو الطبيعي وجعله متناسقا ومتكاملا
- تؤثر على الاستجابة ورد الفعل للأوامر العصبية

### اماكن عمل الهرمونات

- غشاء الخلية

- الانزيمات داخل الخلية

- نواة الخلية

ان الهرمونات تنقل بوساطة الدم إلى جميع خلايا الجسم لذا فإن خلايا الجسم تتعرض إلى جميع الهرمونات ومع ذلك فإن بعض الأنسجة فقط تستجيب للهرمونات المناسبة ومن قبل مستقبلات الهرمون والتي يمكن تعريفها:

مستقبلات الهرمون (مجاميع جزئية فريدة في الخلية عليها ان تتفاعل مع الهرمون لكي تظهر الاستجابة أو مجموعة من الاستجابات) .

ان عدد المستقبلات غير ثابت فهي تزداد او تقل بحسب الحاجه وكما زاد عدد المستقبلات زادت الحساسيه نحو الهرمون لانه سيؤدي نفس الغرض ولكن بكميات اقل .

### كيف يعمل الهرمون

تعمل الهرمونات في جميع الجسم بأنسجام كلي حيث تتجز عملها كمنظمات فسيولوجيه وتتداخل الهرمونات المختلفه في فعاليتها بشكل معقد وقد تكون بعلاقة نعاون او تضاد وهذا يهيء التدرج والمطالبه للاستجابة ليستطيع الاستقرار الذاتي وهناك مجالات تلعب فيها الهرمونات دورا تنظيميا حاسما .

عندما يتصل الهرمون بالمستقبل الخاص به يحدث تغييراً أما موضعياً مثل (الأدرنالين) على غشاء الخلية أو يحفز عمليات انزيمية تؤدي إلى تكوين C-AMP (حامض اميني) الذي بدوره يؤدي إلى تكوين

بروتينات خاصة تقوم بعمل الهرمونات وعندما يفرز الهرمون من الغده الصماء الى الدم يصبح بتماس مباشر مع جميع اجهزة الجسم , ولكنه لايعمل الا على العضو او الخليه الهدف ويتم ذلك بوساطة مستقبلات حيث ان في كل خليه مستقبلات متخصصه مايقارب ( ٢٠٠٠ - ١٠٠٠٠٠ ) مسقبل وتكون هذه المستقبلات متخصصه بشكل دقيق جدا حيث لاتعمل الا على الهرمون الخاص بها الذي يحمل شفرتها( Code ) وهذه المستقبلات لها اماكن خاصه مثلا مستقبلات الادرنالين والنورادرنالين توجد في السايوتوبلازم .

تؤثر الهرمونات في الجسم بزيادة او نقصان نشاط خلوي معين وليس بتحفيز نشاط جديد ان التغييرات التي تنشأ من ارتباط الهرمون بمستقبلاته في اغشية الخلايا تشمل النفاذيه الانتقائيه وتحفيز او تثبيط عمل الانزيمات وتحفيز المادة الوراثيه في الخلايا المستجيبه لاصدار تعليمات جديده لصنع انزيم معين .

وتحدد الحاجة إلى الهرمون عن طريق التغذية الراجعة العكسية (التثبيط السالب) (Negative feed Back) فعندما يصل مستوى الهرمون للحد المطلوب يرسل العضو الهدف إشارات إلى الغدد الصماء للتوقف عن إفراز ذلك الهرمون وعندما يصل إلى كمية كافية يتوقف الإفراز .

تعتمد الفعاليه الحيويه لعضلات الجسم على الارتباط الوثيق بين اجهزة الجسم المختلفه وخاصة الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء فمثلا عند اداء اي نشاط بدني تحتاج العضلات الى الكلوكوز ليزودها بالطاقه اللازمه للحركه ويقوم الكبد بتجهيز هذه الطاقه وللسيطره على كمية الكلوكوز المستهلك والمنتج فالبنكرياس يستطيع تحسس كمية الكلوكوز ويفرز هرموناته بكميه معينه للسيطره على ذلك . ان مستوى الهرمون في الدم غير ثابت فهو يتغير من ساعة لأخرى ومن يوم لأخر أو حتى من شهر لأخر .

## انواع عمل الهرمونات

تعمل الهرمونات ام موضعياً او عاماً:

### - الهرمونات الموضعية Local

تفرز هذه الهرمونات على بعض انسجة الجسم حيث تقوم بوظائف موضعية خاصة بالجهاز الذي تفرز فيه , كما يحدث في تنظيم افرازات الجهاز الهضمي وكذلك حركة الجدران العضلية في بعض اعضاء الجسم ومن امثلة هذه الهرمونات الاستيل كولين ( Ach ) .

### - الهرمونات العامة

تقوم هذه الهرمونات بوظائفها على مستوى الجسم ككل فلا تقتصر وظائفها على التنبيه فقط ولكنها تشترك بفعالية في بعض العمليات الفسيولوجية كالتمثيل الغذائي والنمو , وتقوم الغدد الصماء بأفراز هذه الهرمونات ومن امثلتها الادرنايين والنورادرنايين .

## العوامل المساعدة في افراز الغدد الصماء ومستوى

### الهرمونات في الدم

- تأثير الجهاز العصبي على الغدد الصماء
- تأثير عدد الغدد الصماء على بعضها حيث تنظم افرازها ومستوى هرموناتها في الدم
- حالة الجسم الانية كأن يكون الشخص تحت جهد بدني او نفسي معين .

## تصنيف الهرمونات

تصنف الهرمونات الى ( ايضيه وشكليه وعقليه سلوكيه )

### الايضيه

تشمل فئه واسعه وتقوم بالسيطره على القناه الهضميه وملحقاتها والسيطره على انتاج الطاقه واستهلاكها والسيطره على تركيب الماء خارج الخلايا.

## الشكليہ

مسؤوله عن التفاعلات بين الهرمونات والتحكم بالنمو الطبيعي وتشارك في جميع العمليات التناسليه .

## العقليہ والسلوكيہ

تعتمد الوظيفة العقلية المثاليه على الموازنه الصحيحه لعدة هرمونات والتكيفات الضرورية التي يجب ان تتم للمحيط غير الملائم اذ تنظم من قبل الهرمونات والفعالیه الهرمونيہ قد تؤثر على الطريقه التي يستجيب فيها الفرد للحالات اليوميہ لهذا تلعب الهرمونات دورا في تجسيد شخصية الفرد .

## الخصائص العامه للهرمونات

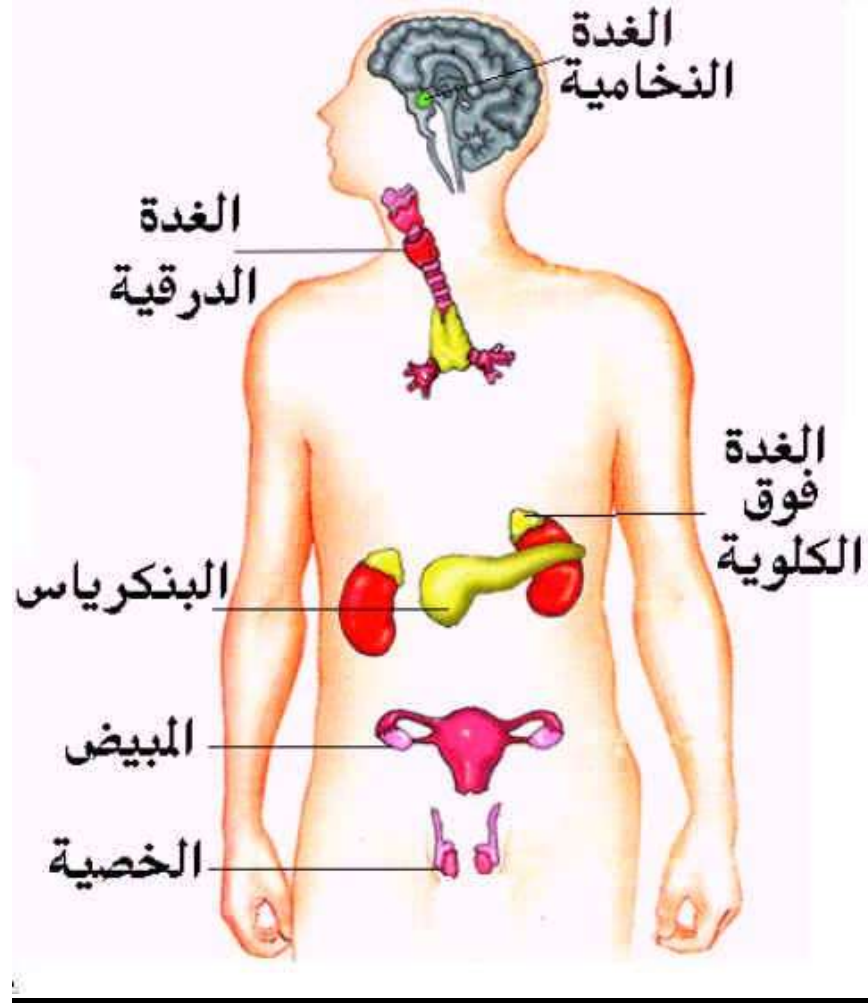
- الخصوصيه في التأثير عل بعض اعضاء الجسم دون غيرها للقيام ببعض الوظائف والتغيرات الخاصه
- لها نشاط بايولوجي كبير حيث ان كميہ قليله منها تؤدي تأثيرا كبيرا
- لها القدره على التفاعل بعيدا عن موضع افرازها
- لها القدره على النفاذيه خلال الانسجه والخلايا
- تتكسر الهرمونات بسرعه في الانسجه لذا فأن الغدد تقوم بافرازها بشكل مستمر للمحافظه على مستواها في الدم

## الغدد في الجسم Gland in Human Body

يعد الجهاز الغدي ثاني اكبر جهاز ضبط واتصال في الجسم ويقوم بالتنسيق مع الجهاز العصبي في توجيه وضبط انشطة خلايا الجسم لكنه بشكل ابطأ من الجهاز العصبي الذي يستعمل المنبهات العصبيه لحث الجسم على العمل الفوري لاجراء التعديلات الوظيفيه المناسبه استجابة لتغيرات تحدث داخل وخارج الجسم , اما الجهاز الغدي فيعمل بسرعه اقل ويستعمل الرسل الكيميائيہ ( الهرمونات ) التي تطلق الى مجرى الدم لتصل الى انحاء الجسم .

يقوم الجهاز الغدي بتنظيم العمليات التي تتواصل في الجسم لفترات طويله ويتصف الجهاز الغدي بصغره اذ ان غدد هذا الجهاز تزن اقل

من ٢/١ كغم وان اعضاءه لاتتصل تشريحيًا مع ذلك فأن عملها متناسق لضبط توازن الجسم .  
يتكون الجهاز الغدي من الغدد الصماء التي. تنشأ من النسيج الطلائي وتتزود بكميات وافره من الدم وتفرز هرموناتها اما على هيئة بروتينات او ستيرويدات ولاتفرز هذه الغدد هرموناتها بصورة متواصله وانما يخضع افرازها لعملية ضبط التغذية الراجعة (Feedback Control) نتيجة تفاعلات مع البيئه الداخليه للجسم وبيئته الخارجييه .شكل (٤٤).



شكل رقم ( ٤٤ ) يبين جهاز الغدد الصماء

## انواع الغدد الصماء

### اولا- ( الغدد الصماء (اللاقنوية) Endocrine داخلي

تفرز الهرمون بشكل مباشر إلى المجرى الدموي وهذه تؤثر على نسيج معين أو خلايا معينة فقط (مثل الغدة الكظرية) شكل ( ٤٤ )

### ثانيا- (الغدد الصماء القنوية ) : Exocrine خارجي

وهي تفرز عن طريق قناة خاصة وتكون القناة في الجسم ( مثل الغدة العرقية و اللعابية والدهنية والهضمية والمخاطية ) ولهذه الغدد دور هام في تنظيم درجة الحرارة بحيث تساعد على دخول الهواء إلى الجسم بدرجة حرارة الجسم .

### ثالثا- الغدد المشتركة ( endo - exo crine )

لهذه الغدد دور هام في المحافظه على درجة الحرارة سواء كانت مرتفعة او منخفضة حيث تحافظ وتسيطر على درجة حرارة الجسم ومن امثلتها ( غدة البنكرياس ) .

### أهم الغدد الصماء في الجسم

اولا - الغدة النخامية pitui

ثانيا- الغدتان الكظريتان Adrenal Gland :

ثالثا - الغدة الدرقيه Thy roid

رابعا- الغدد جار ات الدرقيه Parathyroid

خامسا - البنكرياس (الكبد) pancreas

سادسا -المناسل Gonads وتشمل المبايض (عند المرأة) ovaries

والخصيتين (عند الرجل) Testes

المشيمة (عند المرأة) placenta

سابعا- الكليتان Kidneys

ثامنا - بطانة المعدة والأمعاء (مزدوج) Mucosa of Stomach

and Intestine

تاسعا - الغدة الزعترية الثيموسية Thymus

عاشرا - الغدة صنوبريه Pineal

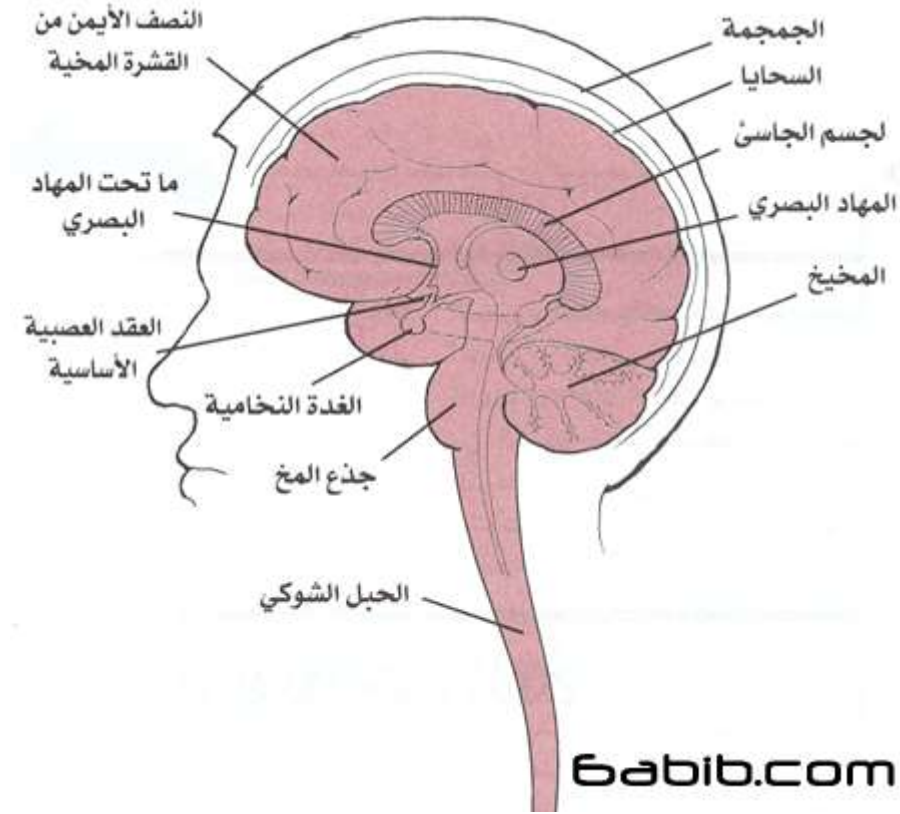
الحادي عشر- القلب Heart



رغم عدم ارتباط هذه الغدد تشريحيا الا انها تعمل بطريقه متعاونه ولايؤثر نشاط احدهما على الاخرى.  
ولا تقوم هذه الغدد بأنشطه جديدة لخلايا الجسم بل تعمل على تغيير معدلات الانشطه التي تقوم بها هذه الخلايا بحيث تزيد او تقلل من سرعتها

### **اولا- الغدة النخامية pituitary Gland**

تقع هذه الغده الصغيره الحجم اسفل الدماغ في بيت عظمي لحمايتها , وهي تتدلى من تحت المهاد , يبلغ قطرها ٣،١سم , ومن الجدير بالذكر ان الغدة النخامية هي الغدة الرئيسية في الجسم وان الهايبوثلامس (تحت المهاد) هو الذي يسيطر على جميع هرموناتها . هناك ستة هرمونات تفرز من هذه الغده جميعها تزداد في حالة الجهد الرياضي حيث يتم تحفيز الهايبوثلامس عن طريق الجهد الرياضي وهو بدوره يحفز الغده النخاميه وهرموناتها بشكل (٤٥)



## شكل رقم ( ٤٥ ) يبين الغدة النخامية

وتقسم الغدة النخامية إلى ثلاث فصوص ( الفص الامامي والوسطي والخلفي )

### - الفص الامامي Anterior lobe

هو الجزء الأكبر والاهم وهو منفصل عن الجزء الخلفي , ويفرز من هذا الفص عدة هرمونات تؤثر على وظائف اعضاء كثيره في الجسم ومن أهم هرموناته ( الهرمون المنشط للغدة الدرقية , الهرمون المنبه لقشرة الغدة الكظرية , الهرمون المنبه للغدد الجنسية , هرمون النمو ) :

### - الهرمون المنشط للغدة الدرقية Thyroid Stimulating Hormone

يؤثر هرمون TSH في نشاط الغدة الدرقية , ويعمل على إفراز الهرمونات T3-T4 والذي تسيطر على إفرازهما (التغذية الراجعة العكسية) التي تنظم عملية افراز هذه الغدد, فإذا قل TSH الخارج من الغدة الدرقية تنخفض نسبة الثايروكسين لغرض الموازنه لتبقى ضمن مستوى معين .

### - الهرمون المنبه لقشرة الغدة الكظرية

### (ACTH)Adrenocorticopic Hormone

ينظم هذا الهرمون نشاط قشرة الغدة الكظرية في حالة نقص الكورتيزون في الجسم حيث يفرز هذا الهرمون والعكس صحيح .

### - الهرمون المنبه للغدد الجنسية Condrotrophic hormones

تنظم هذه الهرمونات أنشطة هرمونات المبيض عند المرأة والخصيتين عند الرجل وتشمل (الهرمون المحفز للحويصلات , الهرمون المصفر , الهرمون المحفز لإفراز الحليب) .

### الهرمون المحفز للحويصلات FSH follicle stiulating hormone

(hormone) يعمل على نمو حوصلات المبيض وكذلك يحفز على الاباضه Ovulation اما في الذكر يحفز على نمو الحيوانات المنويه في الخصيه .

### الهرمون المصفر LH (Luteinizing hormone)

يحفز عملية الاباضه ويساهم في تحويل حوصلة جراف الناضجه الى الجسم الاصفر corpus luteum الذي يحفز بدوره لانتاج هرموني الاستروجين والبرجستيرون عند الانثى , اما عند الذكر فيحفز الانبيبات المنويه لانتاج هرمون التسترون المسؤول عن الصفات الذكرية الثانويه .

### الهرمون المحفز لافراز الحليب lactogenic hormone

يعمل بعد الولادة حيث ينبه لأفراز الحليب في الثدي .

### - هرمون النمو Groth hormone

يسمى ايضا الهرمون الموجه للخلايا الجسديه Somatorpic hormone

يعمل هذا الهرمون على الاسراع في بناء البروتين ونموخلايا العظام الطويله والأنسجة الأخرى (العضلات الهيكلية ) وبعد انتهاء نمو العظام الطويله يؤدي الى زيادة نمو العظام بالعرض , حيث تتضخم عظام الوجه والاطراف ( acromegaly ) وله دور في تحديد الحجم النهائي للجسم , وان قلة افرازه تؤدي إلى القزومية Drowfism وافرازه بشكل كبير يؤدي إلى العملاقة Giagantism .

يعمل هذا الهرمون بشكل ملحوظ في فترة ما قبل البلوغ ويقل نشاطه في مرحلة ما بعد البلوغ ليساهم في بناء الانسجه المهدمه .

له تاثير على نسبة السكر في الدم كما له تاثير على زيادة التمثيل الغذائي ( الكالسيوم , الفوسفات ) وله علاقة ببناء الانسجه .

يحفز هذا الهرمون تحويل الاحماض الامينية الى البروتينات كذلك يساهم في تحطيم الدهون لتزويد الجسم بالحراره اللازم

### هرمون النمو والنشاط الريا

يزيد مستوى النمو هرمون اثناء النشاط الرياضي الخفيف والمتوسط الشده حيث يصل الى اضعاف مستواه الطبيعي في الدم اثناء فتره اقصاها ساعه ويرجع الى مستواه الطبيعي في عدة ساعات , وتحدث الزيادة عند غير المتدربين بشكل اكثر في حين تكون زيادته خفيفه

عند المتدربين لتعود الجسم على الجهد والتكيف , اما في الشده العاليه فان مستوى هذا الهرمون يزداد بسرعه عند كلاهما ولكن تختلف سرعة عودته الى المستوى الطبيعي حيث تكون اسرع لدى المتدربين في حين يبقى مرتفعا عند غير المتدربين لعدة ايام .

يستخدم هرمون النمو كمنشط في المجال الرياضي ولذلك مخاطر عده حيث ان تعاطيه في فترة الطفوله يؤدي الى تشوهات , اما في سن البلوغ فيؤدي الى التضخم في بعض اجزاء الجسم وليس كله .  
**Acromegally**

لهرمون النمو اهميه كبيره اثناء ممارسة النشاط الرياضي لامكانيته في استهلاك الدهون كمصدر للطاقه في العضلات كونه يساعد في عملية التمثيل الغذائي للاحماض الدهنيه وتحويلها من الانسجه الدهنيه الى الدم وعادة يظهر بعد فترة طويله من ممارسة النشاط الرياضي وعندما تكون الشده عاليه او دون القصى واثناء الراحه , ويزيد افراز هذا الهرمون اثناء النشاط الرياضي لفائدته للانسجه الضامه والنمو العضلي مما يزيد من قوة الاوتار والاربطه والعضلات لايوجد فرق بين مستوى الهرمون بين المتدربين وغير المتدربين بل قد يظهر بمستوى اقل في حالة تكيف الجسم مع حمل التدريب وقد يعود ذلك الى انخفاض التوتر النفسي للمتدربين .

### **جميع هرمونات الفص الأمامي للغدة النخامية لها :**

- تأثيرات على نسبة السكر في الدم حيث انها تزيد من نسبة السكر في الدم (عدا الانسولين) والمهم في النشاطات الرياضية .
- لها تأثير على التمثيل الغذائي (الكالسيوم – الفوسفات) والتي لها علاقة ببناء الأنسجة .
- لها علاقة بالنمو في مختلف أجزاء الجسم

### **الفص الوسطي**

مسؤول عن إفراز هرمون خاص يسمى بالميلانين (M.S.H) المسؤول عن طبقة الميلانين الذي يعطي اللون البشري , وان زيادته تؤدي إلى فتح البشرة (البرص) وضعفه يسبب اللون الأبيض للبشرة

اما الموازنة تسبب (سماز البشرة) , وبالنسبة للنشاط الرياضي ليس له أهمية تذكر .

إن تنظيم الصباغ الذي بلون الجلد يعود إلى هذا الهرمون حيث يتفاعل مع خلايا قاعدة الجلد على افراز صباغ الميلانين ، وهذا الصباغ يلون الجلد باللون المناسب حسب الحرارة ووهج الضياء الخارجي ،

### **- الفص الخلفي posterior lobe**

هو أصغر حجماً من الأمامي ومرتببط بتحت المهاد ويفرز هرمونين (هرمون مضاد التبول , هرمون الاوكسيتوسين )

### **- هرمون مضاد التبول ( ADH ) Anti Diuretic Hormone**

يعمل هذا الهرمون على تقليل الشعور بالرغبة بالتبول حيث يساعد في زيادة نفاذية انيبيبات الكليه للماء في الاتجاه الاول ويعمل باتجاه ثاني أي يزيد الرغبة في التبول وحسب الحاجة , اي يعاد امتصاص الماء ثانيه الى هذه الانبيبات ويقلل حجم الماء في البول فعندما يحتاج الجسم إلى السوائل يعيد امتصاصها ويعيدها للجسم ويخرج اليوريا فقط .

### **النشاط الرياضي وهرمون مضاد التبول**

يساعد افراز الهرمون المضاد للتدرر اثناء النشاط البدني في الحفاظ على الماء من الخروج عن طريق الكلى وكذلك في التمثيل الغذائي ويزداد افراز هذا الهرمون عند ممارسة الانشطة عالية الشده وذلك لاستعادة امتصاص الماء من الكليه عند زيادة فقد الماء وخاصة في الاجواء الحاره وفي حالة زيادة التعرق فلذلك اهميته في المحافظه على توازن الماء في الجسم .

### **- هرمون الاوكسيتوسين Oxytocin Hormone**

يحفز هرمون الاوكسيتوسين انقباضات عضلات الرحم اثناء الولاده والعلاقات الجنسيه ويستخدم للاسراع في عملية الولاده , كذلك يساعد في تدفق الحليب من الثدي بعد الولاده.

### **هرمون الاوكسيتوسين والنشاط الرياضي**

لهذا الهرمون علاقه بالمجهود العضلي فأن الجسم يفقد الكثير من السوائل اثناء ممارسة النشاط الرياضي مما يؤدي الى قلة الدم الواصل الى الكليتين و قلة الاوكسجين مما يؤدي الى افراز مادة الرنين

Renin والتي تعمل على تحويل الانجيوتنسين الى انجوتنسين والذي بدوره يؤدي الى افراز الهرمون المضاد للتدرر ADH الذي يؤدي الى قلة افراز البول وبالتالي الاحتفاظ بالسوائل داخل الجسم .

### **ثانيا- الغدتان الكظريتان Adrenal Gland :**

تقعان فوق الكليتين مباشرة (وهي غدتين كل واحدة على فوق كلية) تتكون من جزء افرازي يدعى القشرة cortex واخر عصبي يدعى اللب medulla , شكل (٤٦)

#### **- هرمونات القشرة**

تفرز القشرة ثلاث مجموعات من الهرمونات تدعى ستيرويدات القشره ( المعدنيه والسكريه والجنسيه )

#### **ستيرويدات القشره المعدنيه**

تفرز من الطبقة الخارجيه ووظيفتها تنظيم الاملاح ( الصوديوم والبوتاسيوم ) في الدم وتعمل هذه الهرمونات على انابيب الكليه التي تعيد امتصاص الاملاح والماء او تخرجها مع البول واهم هرموناتها الالديسترون Aldosteron الذي يعمل على امتصاص الصوديوم وحبس السوائل مما يؤدي الى رفع الضغط الدموي , حيث يعمل على منطقة الانابيب البولييه للكليتين ويساعد في امتصاص الصوديوم او منعه من الخروج Retention اي حبسه , لذلك يعد مهم في الرياضه لان فقدان الكثير من السوائل عن طريق التعرق يصيب الرياضي بالجفاف , لذا يقوم بحجز الصوديوم وبالتالي حبس السوائل , كذلك ان تنظيم اعاده امتصاص الماء والصوديوم والبوتاسيوم بواسطه الكلى له اهميته في المحافظه على نسبة تركيز ايونات الصوديوم والبوتاسيوم حول غشاء الخليه وبدون ذلك لا يتم التوصيل العصبي ولا تتم الانقباضات العضليه , ويعمل الستيرون مع الهرمون المانع للتبول في المحافظه على الماء في الجسم ولهذه الوظيفه اهميه كبيره عند اداء النشاط في الجو الحار.

#### **- ستيرويدات القشره السكريه**

تشمل الهرمونات التي تفرز من الجزء الأوسط من القشرة حيث يفرز الكورتيزون Cortison ومشتقاته (الهايـدروكورتيزون hydrocortisone والكورتيزول cortisol) وجميع هذه الهرمونات تعمل على تعزيز الايض الخلوي وتزيد من مستوى سكر الكالكوز في الدم , فعند وجود مستوى عالي لهذه الهرمونات فإن الدهون والبروتينات تتحطم وتتحول الى الكالكوز , وتحت تاثير الكورتيزول يزيد مستوى سكر الدم وهذا يحمي المخ من نقص غذائه اثناء اداء الجهد لفترة طويلة حيث تعتمد الانسجة العصبية على الكالكوز في غذائها , لذا فان التمثيل الغذائي للدهون خلال الانشطه الرياضيه الطويله المده له اهمية كبيره في هذا المجال , كما ان هذه المجموعه من الهرمونات هامه لمقاومة حالات التوتر في النشاطات العنيفه لأن جميعها تكافح الالتهابات المفصلية فهي تخفف الالم , لانها تثبط افراز الجزيئات المسببه لذلك وتطلق هذه الهرمونات استجابة لمستويات عاليه من الهرمون المنبه لقشرة الغده الدرقيه

## . ACTH

### هرمون الكورتيزون

يزداد مستوى هذا الهرمون في الدم في حالات الالم الشديد والخوف والقلق وفي حالة الاصابات الرياضيه ويزداد هذا الهرمون عند اداء الجهد متوسط والشديد .

### ويعمل على :

– زيادة التمثيل الغذائي (ويحبس السوائل) في الخلايا ويستخدم كمنشط في الرياضه حيث يفتح الشهيه لذا يستخدم لزيادة الوزن اذ يعمل على كثرة تدفق الماء في الوجه .:

– مضاد للالتهاب المفصلي .ويستخدم في علاج بعض انواع الروماتيزم

- تقابل الضغط النفسي

- يخفف الالم الناتجه عن الجروح

### هرمون الكورتيزول

يفرز هذا الهرمون من الغده فوق الكليتين ويزداد خلال الانشيطه الرياضيه العنيفه اذ يعمل على سرعة التمثيل الغذائي لمصدر الطاقه ويقل افرازه في حالة التوتر والانفعال مما يؤدي الى رفع الضغط .

### الطبقة الداخليه للقشره تفرز الهرمونات الجنسيه Sex Hormone

#### Cortical

تفرز الهرمونات الجنسيه ( الاستروجين Astrogen الانثوي والاندروجينات الذكريه Androgenes ) وتنتج هذه الهرمونات في الجنسين بكميات قليله مدى الحياه ويسيطر على هذا الجزء من قبل الفص الامامي للغده النخاميه بوساطة الهرمون المنبه للغدد الجنسيه G.T.H حيث انه يحفز الجزء الداخلي للقشره لافراز الهرمونات الجنسيه ويؤدي الافراز المفرط لهذه الهرمونات الى ظهور الصفات الذكريه عند الانثى مثل زياده شعر الوجه وخشونة الصوت .

#### هرمونات اللب Medulla

هو مسؤول عن إفراز هرمونين متشابهين الادرنالين بنسبة ٨٠% والنور ادرنالين بنسبة ٢٠% ويسمى هذين الهرمونين ايضا (بنفرين ونوربنفرين) وهذه الهرمونات تفرز من اللب حيث تفرز عند حفز لب الكظريه من قبل الجهاز العصبي الودي , ومن اماكن مختلفه داخل الأنسجة .

تعمل هذه الهرمونات على تهيئة الجسم في حالات الخوف او في حالة النشاط الشديد , حيث تضح كميات كبيره منهما في الدم لتعزيز واطالة امد تأثيرات افرازات العصب الجهاز العصبي الودي , ومن مظاهر الاستجابه لها تأثيراتها على القلب والدوره الدمويه , ومن اهم وظائف هذه الهرمونات زياده فعالية جهاز القلب والدوران من خلال ماياتي :  
- زياده عدد ضربات القلب وقوة تقلص القلب , حيث يتم توجيه الدم الى اجزاء الجسم حسب الاولويه في الحاجه كالعضلات ,  
- زياده تحليل الكلاوجين المخزون في الكبد والعضلات الى كلوكوز وزياده تحلل الدهون الى احماض دهنيه .

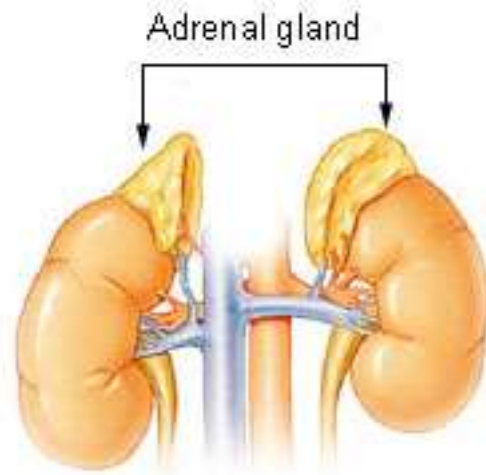
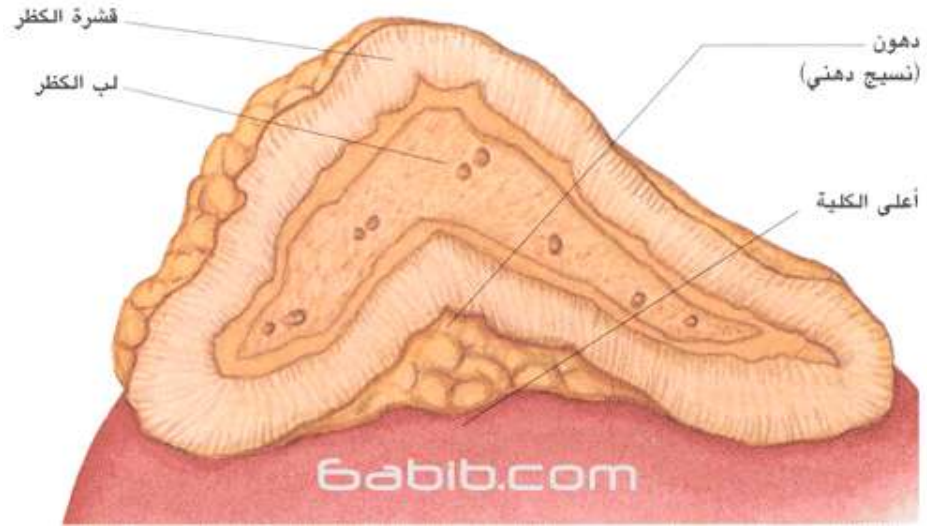


- زيادة ضغط الدم وكذلك ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم زيادة فتحات ممرات الرئتين وينتج عن ذلك زيادة كميات الاوكسجين وتسريع دوره الدمويه لاعضاء الجسم وخاصة الدماغ والعضلات والقلب .

لهذا يصبح الجسم مؤهلا للتعامل مع حالات الطوارئ القصيره سواء المواجهه او الانسحاب. ويمتص الادرنالين خلال ثواني فهو يعمل على توسيع المجرى التنفس (القصبات) , لذا لايجوز استخدامه في الوريد أو العضلة وإنما يستخدم تحت الجلد في حالات الربو . كلما كان تحفز الجهاز العصبي الودي كبيرا كلما زادت كمية الهرمون في الدم التي يحتاجها الجسم وذلك لتعويض التعجيل في الوظائف الجسميه الحيويه , وقد لوحظ ان مستوى هرمون الادرنالين يرتفع ارتفتعا بطيئا جدا في اثناء الجهد العضلي الخفيف ومتوسط الشده ولكنه يزداد بشكل ملحوظ في الجهد الشديد اما هرمون النورادرنالين فيزداد ازديادا منتظما .

### هرمون الادرنالين

يفرز من الجزء الداخلي للغده فوق الكليتين وتتركز وظيفته في تزويد العضلات بالطاقه وتوفير الاوكسجين حيث يعمل هذا الهرمون على زيادة كمية السكر في الدم نتيجة تحويل الكلاكوجين الى كلوكوز , كما يساعد في زيادة نقل الاوكسجين وتوزيع العضلات بالطاقه ويسبب ارتخاء العضلات في الرئتين ويعمل على زيادة كريات الدم الحمراء ويعمل على تمدد الشريين عند حقنه في العضلات وخاصة القلب , يسرع نبضات القلب يبطيء يقرر سرعة تجلط الدم



## شكل رقم (٤٦) يبين الغده الكظريه

### ثالثا - الغده الدرقيه Thyroid

يسمى ايضا هورمون الفعالية والنشاط فهو يرفع النشاط والحيوية في كافة اجهزة الجسم. شكل(٤٧)

تقع اسفل الحنجره وتتميز بالتغذية الدمويه الكثيفه ( اي كثافة الشعيرات الدمويه ) ويمر بها حوالي ٥ - ٦ لتر من الدم كل ساعه ويبلغ وزنها حوالي ٢٥ - ٣٠ غرام , وتتكون من فصين يتصلان بكتله خلويه مركزيه وتقرز هذه الغده هرمونين :

- الثايروكسين Thyroxin

- الكالسيتونين Calcitonin

### - الثايروكسين Thyroxin

يعمل هذا الهرمون على زيادة التمثيل الغذائي حيث يتحكم بأكسدة الكلوكوز وتحويله الى اللى طاقه كيميائيه في الجسم للقيام بأنشطته , لذلك فإن كل خليه في الجسم تعد هدفا لهذا الهرمون , ولهذا الهرمون كذلك اهميه في نمو وتكوين انسجة الجسم وخاصة الجهازين العصبي والتناسل اذ ينبه هذا الهرمون وظائف الميتوكوندريا لتسمح بنمو الخليه . هرمون الثايروكسين ببتيد مرتبط بعنصر اليود ولا يتم تكوين الهرمون بدونه اذ ان حاجة الثايروكسين تعتمد على وجود اليود , ويحتاج الجسم بحدود ( ١٠٠ - ١٥٠ ) مايكروغرام يوميا من اليود , وفي حالة عدم وجوده بشكل كافي يؤدي الى خمول الغده الدرقيه وتضخمها مما يؤدي الى تأثيرات على المجاري التنفسيه والبلعوم . نقصان هذا الهرمون يؤدي الى:

تضخم الغده الدرقيه وزيادة نسبة الشحوم تحت الجلد وقلة العصبيه ونقصانه في الطفوله المبكره يؤدي الى مرض القماءه الذي يقود الى التقزم والاعاقه العقليه .

الافراز المفرط منه يؤدي الى :

زياده كبيره في النشاط الايضي , وعدم تحمل الحراره , وسرعة نبضات القلب اضافة الى تضخم الغده وجحوظ العينين وعدم القدره

على النوم وفقدان الوزن والشهية اي تسمم الغده الدرقيه  
**Thyrotoxicosis** وهذه حاله مرضيه خطره على الرياضي , لان  
الاحتياطي عند الانسان السوي في القلب قليل جدا , ولبقاء الحجم  
طبيعي للغده يقوم الكبد بتكسير جزء كبير من الهرمون الحر اثناء  
النشاط الرياضي ,

لوحظ زيادة تركيز هرمون الثايروكسين الحر ( الاكثر نشاطا  
واستخداما في الانسجه) في الدم بنسبة ٣٥% اثناء النشاط الرياضي  
من معظم الثايروكسين الكلي , ويرجع ذلك الى ان سرعة استخدامه  
تفوق سرعة افرازه او قد ينعزل الهرمون اكثر من سرعة افرازه ,  
واثناء النشاط الرياضي تزيد سرعة افراز الهرمون وسرعة عزله  
كما لم يثبت بعد زيادة استخدام هذا الهرمون من قبل الانسجه  
والعضلات اثناء النشاط الرياضي .

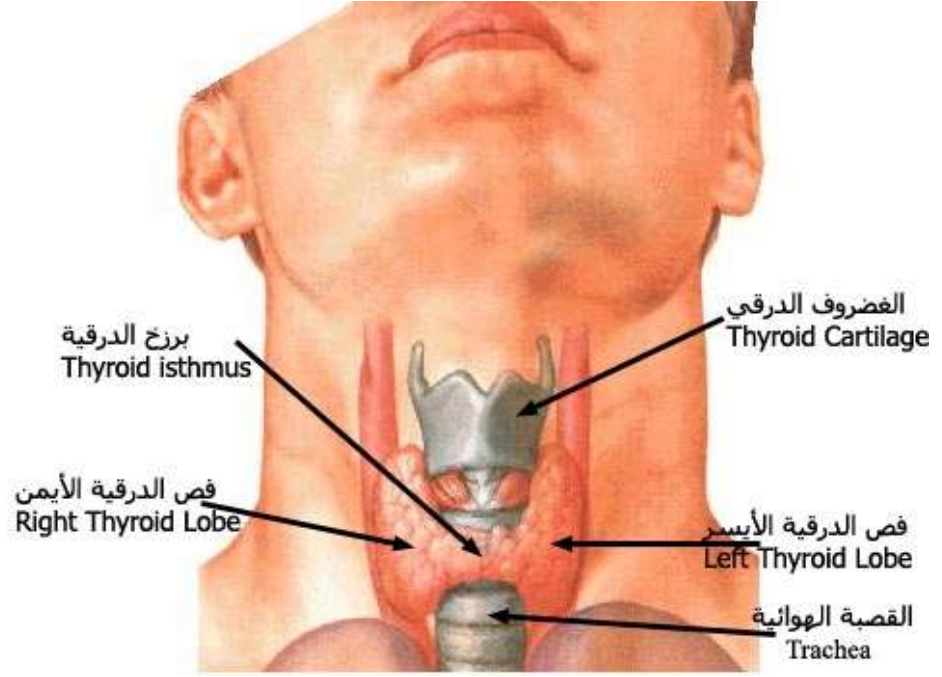
يساعد هذا الهرمون على التمثيل الغذائي للدهون وزيادة حجم العضله  
القلبيه هذا مما يساعد في مواجهة متطلبات الانشطه الرياضيه التي  
يستغرق الاداء فيها فتره طويله

يزداد تركيز هرمون الثايروكسين الحر بنسبة ٢٥% اثناء النشاط  
الرياضي ويستمر نصف عمره من ٦-٧ ايام ومعظم تركيزه مرتبط مع  
بروتينات البلازما ويقل تركيز الثايروكسين الكلي مرتبط + حر اثناء  
النشاط البدني لكون سرعة استخامه اكثر من سرعة افرازه لذا فان  
المتدربين يمتازون بسرعة افراز الهرمون وسرعة ازالته مع تفوق  
سرعة ازالته على افرازه لذا فان نصف عمر الهرمون للمتدربين ٤  
ايام بينما غير المتدربين ٧ ايام ومن الجدير بالذكر ان هذا الهرمون .

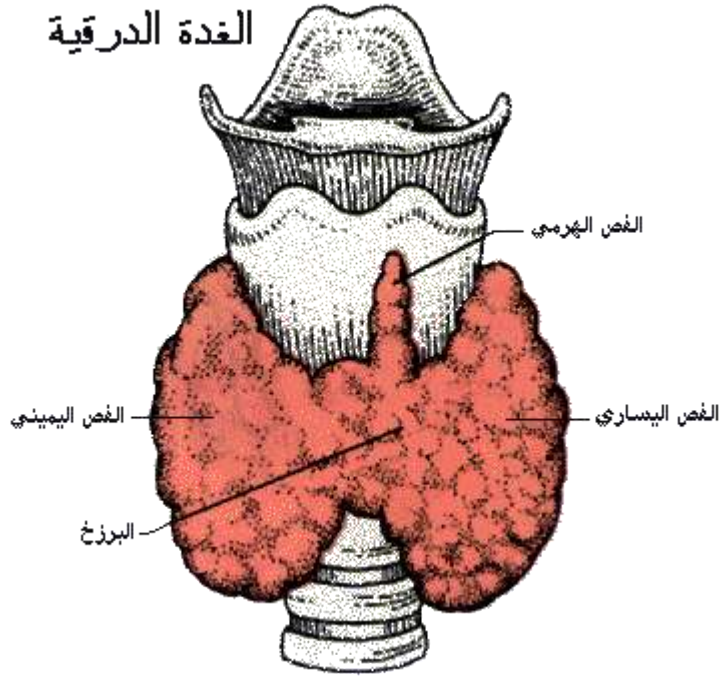
### الكالسيتونين Calcitonin

هرمون الكالسيتونين يفرز من الغده الدرقيه ويفرز هذا الهرمون  
استجابيه لزيادة مستوى الكالسيوم في الدم وان نقصه يؤدي الى نقص  
في مستوى الكالسيوم في الدم وتخزينه في العظم , ويقل هذا الهرمون  
بتقدم العمر لذا ينتزع الكالسوم من عظامهم. كما انه ينقص مستوى  
الفوسفات , وينظم هذا الهرمون مستويات الكالسيوم والفوسفات في الدم

وكلاهما من المعادن التي تلعب دورا هاما في الانقباض العضلي وربما في التعب .



## الغدة الدرقيّة



شكل رقم ( ٤٧ ) يبين الغدة الدرقيه

### رابعاً- الغدد جارات الدرقيه Parathyroid Glands

هي عبارة عن اربعة كتل خلويه صغيره متكونه من زوجين من الغدد غير الملتحمة تقع على السطح الخلفي للغده الدرقيه حيث توجد غدتان عند كل جانب, تفرز هذه الغدد هرمون الباراثرمون **Parathormone** الذي يضبط توازن الكالسيوم في الدم عن المستوى الحرج , والذي يحفز خلايا عظميه اكوله لتحطيم نسيج العظم واعادته الى الكليه اضافه الى زيادة امتصاص الكالسيوم من الامعاء الدقيقة وبالتالي اطلاق الكالسيوم في الدم , لذا فان هذا الهرمون يعمل بعكس هرمون الكالستيونين الذي يؤدي الى نقصان الكالسيوم في الدم عند انخفاضه في الدم مما يؤدي الى توتر الاعصاب وتزداد المنبهات للعصلات بسرعه مما يؤدي الى تكززها ( تشنج العضلات الشديد) ان النشاط المفرط للغدد جارات الدرقيه يؤدي الى تحطيم كبير في العظم مما يزيد من هشاشتها .

وقد لوحظ ان الجهد الخفيف ومتوسط الشده لايؤثران على مستوى الكالسيوم في الدم وتؤكد بعض البحوث ان الجهد الشديد في بعض

الاعباب الرياضيه قد تعمل على ترسيب الكالسيوم في العظام ومن ثم تزيد من مقاومتها للشده الخارجيه .

### **خامسا- البنكرياس Pancreas**

تقع في تجويف البطن اسفل المعده وهي غده صماء قنويه هضميه مكونات الجزء الاصم جزر لانجرهانس تمثل نسبة ١% والتي تكون مظموره في اجزاء قنويه تدعى عنبيات acina التي تفرز انزيمات هاضمه للمواد الغذائيه في الامعاء , تحتوي البنكرياس على اكثر من مليون جزيره لانجرهانس مبعثره وتفرز هرمونين هما الانسولين **Insulin** وهرمون: **الجلوكاجون Glucagon**. شكل (٤٨)

#### **- هرمون الانسولين Insulin**

يطلق هذا الهرمون من خلايا بيتا في جزر لانجرهانس عند ارتفاع مستوى الكلوکوز في الدم الى الانسجه العضليه ويحول الزائد منه الى كلاكوجين , ويؤثر على جميع خلايا الجسم ويستطيع نقل الكلوکوز خلال اغشيتها حيث يتأكسد الكلوکوز الى طاقه او يخزن على شكل كلاكوجين او دهون في الوقت الذي تعمل هرمونات الجلوكاكون والابفرين على زياده منسوب الكلوکوز في الدم فان الانسولين يخفض من مستوى الكلوکوز في الدم ويبقيه بحدود ٨٠ - ١٢٠ , وبدون هذا الهرمون يرتفع الكلوکوز في الدم وقد يصل الى ٦٠٠ ملغم/مل وفي هذه الحاله يظهر الجلوكوز في البول لعدم تمكن انيبيبات الكليه من اعاده امتصاصه بالسرعه المناسبه , وعندما يخرج الكلوکوز من الجسم يخرج الماء معه مما يؤدي الى الجفاف اي السكري , الذي يتميز بالتبول المتكرر للتخلص من السكر الزائد الناتج عن فقدان ماء الجسم والجوع بسبب عدم قدرة الخلايا على استعمال الكلوکوز وفقدان البروتينات والدهون . وجدت الدراسات التي تناولت علاقه الانسولين بالنشاط العضلي ان هنالك اختلافات في النتائج وفق الحمل البني المستخدم وفترة دوامه فوجد انخفاض في مستوى الانسولين بعد جري خفيف لمدة ٥ دقائق بينما وجد نقص شديد في مستوى الانسولين بعد الجري لفترة ٢-٣ ساعه

ويحصل لعدم تمكن الخلايا من استعمال الكلكوز للحصول على الطاقة لذا فإن البروتينات والدهون تتحطم للحصول على الطاقة مما يقلل مقاومة الجسم للعدوى ويتأخر التئام الجروح .

وجدت الدراسات التي تناولت علاقة الانسولين بالنشاط العضلي ان هنالك اختلافات في النتائج وفق الحمل البني المستخدم وفترة دوامه فوجد انخفاض في مستوى الانسولين بعد جري خفيف لمدة ٥ دقائق بينما وجد نقص شديد في مستوى الانسولين بعد الجري لفترة ٢-٣ ساعه

يزيد مستوى الانسولين في بداية العمل العضلي وعندما تطول فترة الاداء يقل وهذا يساعد على تحويل عمليات اكسدة الكربوهيدرات الى اكسدة الدهون اثناء النشاط البدني لفته طويله . ويلاحظ انخفاض مستوى الانسولين اكثر من ٥٠% بعد اداء التدريب الرياضي بعكس بقية الهرمونات الاخرى حيث تزيد من افرازها اثناء النشاط الرياضي مع زيادة شدته او اطالة فترته .

### وظائف هرمون الانسولين

- تنظيم التمثيل الغذائي للكربوهيدرات الذي يعد المصدر الاساسي للطاقة في الانشطة البدنيه وتشير الدراسات عاى انه يفرز مع الكاربوهيدرات كمصدر للطاقة في حين  
- يقلل من استخدام الدهون بينما نقصه يؤدي الى استخدام الدهون كمصدر للطاقة .

يزداد الانسولين عند ارتفاع مستوى تركيز الكلكوز لهذا فان الانسولين يتحكم في مصدر الطاقة ( الكربوهيدرات والدهون ) اللذان لهما اهمية كبيره في مواصلة واستمرار النشاط الرياضي الذي يحتاج الى انقباضات عضليه حيث تبرز اهمية الكلكوز في الانشطه القصيره الزمن والدهون في حالة الاحمال البدنيه الشديده والمستمره مثلا سباقات المسافات الطويله

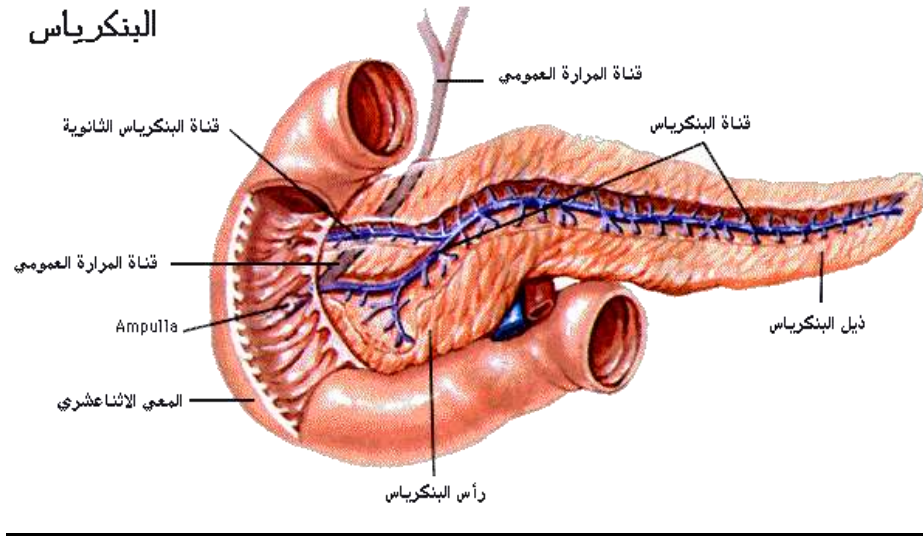
- ينظم الانسولين نقل الكلكوز من مجرى الدم الى الانسجه خلال الانشطه الرياضيه ويزيد من مخزون الكلكوز وتعويض المستهلك

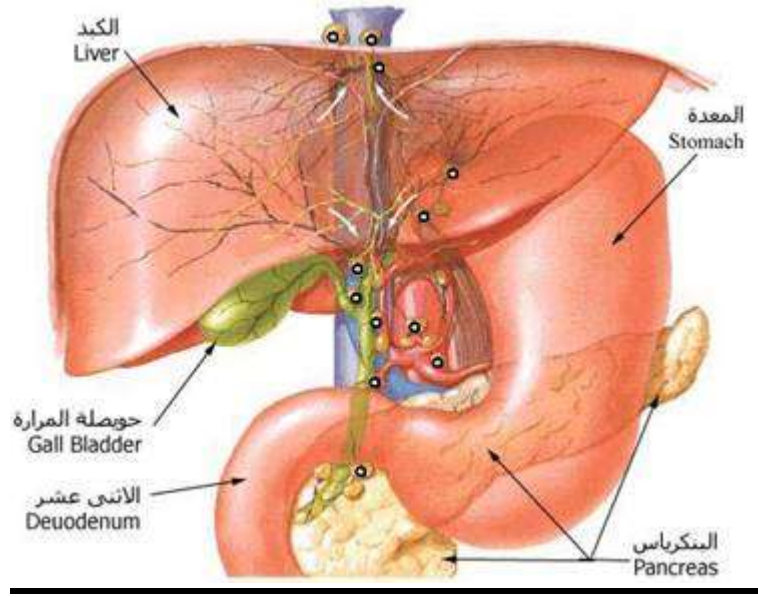


منه اثناء النشاط الرياضي, ونتيجة زيادة متطلبات العضله من الكلوكوز في الانشطه البدنيه ذات الشده المعتدله يقل مستوى الكلوكوز في الدم ويتم تعويض ذلك بمرور الوقت عن طريق تحويل الكلاكوجين الى كلوكوز في مجرى الدم .

### - هرمون الجلوكاجون Glucagon

يزيد هرمون الجلوكاجون من مستوى الكلوكوز في الدم ويفرز من خلايا الفا في جزر لانجرهانس , ويتأثر به الكبد وهو يحفز لتحطيم الكلايكوجين المخزون الى كلوكوز كذلك يحفز تفكيك الدهون الى احماض دهنيه والبروتينات الى احماض امينيه والتي بدورها تتحول الى سكريات احاديه مما يؤدي الى زيادة مستوي الكلوكوز في الدم لذا فإنه يعمل بطريقه معاكسه للانسولين.





شكل رقم ( ٤٨ ) يبين البنكرياس

### سادسا- المناسل Gonads

تشمل المبيضين عند الانثى والخصيتين عند الذكر شكل (٤٩).

#### - المبيضان Ovary

يقع المبيضان في تجويف الحوض ويتكون المبيض من الحوصلات التي تفرز المبكره منها هرمون الاستروجين **estrogen** بينما الناضجه تفرز البروجستيرون **progesterone** وكلاهما يفرزان بعد البلوغ فقط حيث تنشط هرمونات الغده النخاميه التي تحفز المبيضين شكل (٥٠).

#### هرمون الاستروجين estrogen

هو هرمون انثوي يفرز عند البلوغ تنتجه حوصلات جراف , وهو يحفز ظهور الصفات الانثويه مثل نمو اعضاء التناسل وظهور الشعر في العانه وتحت الابط , كذلك يساعد في التهيئه المبكره للرحم

عند الحمل ويحفز الثديين لافراز الحليب وله تأثيرات على الدورة الشهرية عند الانثى .

**هرمون البروجستيرون progesterone** يفرز من الجسم الاصفر الذي يتشكل من خلايا حوصلة كراف بعد الاباضه وله دور اساسي في تهيئة الرحم لاستقبال الجنين .

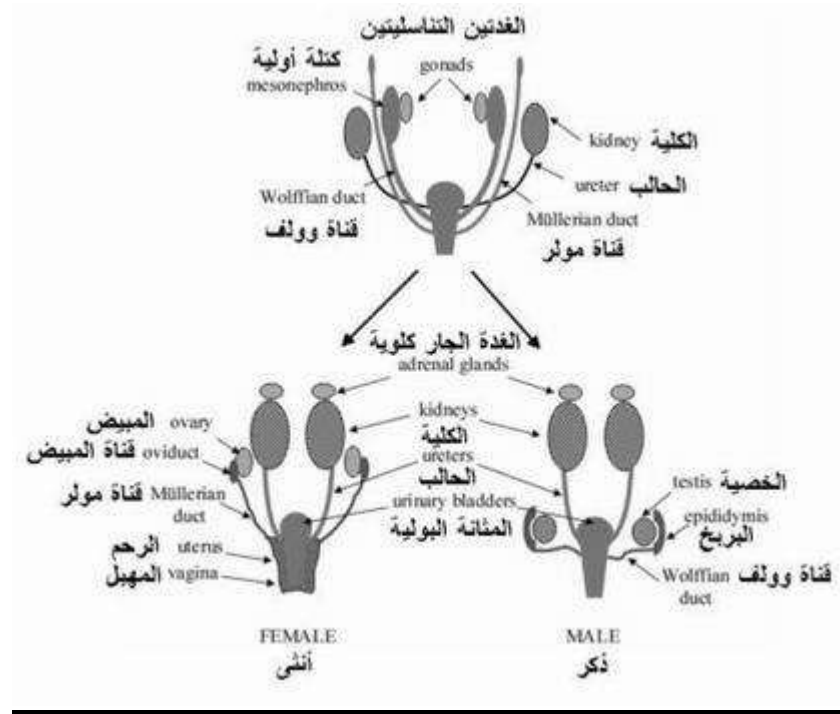
ومن الجدير بالذكر ان هرموني الاستروجين والبروجستيرون يفرزان بشكل دوري من المبيض تحت تأثير هرمونات الغده النخاميه وقد لوحظ زيادة كلا الهرمونين الاستروجين والبروجستيرون اثناء الجهد العضلي وخاصة في الالعاب ذات الشده العاليه .

### الخصيه Testis

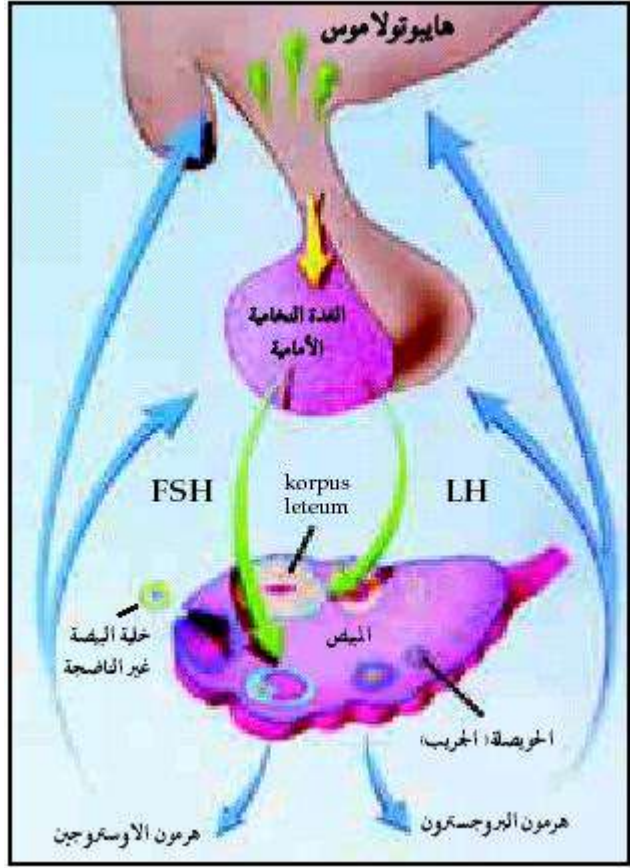
عضوان بيضاويان يقعان خارج الجسم ويتعلق كل منهما بكيس الصفن خارج تجويف الحوض , ويتكونان من الانيبينات المنويه التي تتفصل عن بعضها بواسطة نسيج بيني وبالاضافه الى تكوين الخلايا المنويه تفرز خلايا لايدج Leyding cell في النسيج البيني للخصيه هرمون التسترون الذي يؤثر في الصفات الذكريه الثانويه مثل ( نمو اللحيه والعظام والعضلات القويه وخشونة الصوت والدافعيه الجنسيه ) كذلك يحفز هذا الهرمون نمو وتمايز الخلايا الجنسيه الام لتكوين حيوانات منويه ويبدأ عمل الخصيه عند البلوغ بفعل هرمونات الغده النخاميه . يعمل هرمون التسترون على زيادة الكتله العضليه عند تناوله كعقار ولكن لم يثبت تأثيره على اعضاء الجسم اثناء الجهد الرياضي رغم زيادته عند الجهد الرياضي .

### هرمون التسترون

هو هرمون ذكري يؤثر على ميكانيكية نمو العضلات عند الذكور ويكون افراز هذا الهرمون في بداية سن البلوغ وهو مسؤول عن اظهار الصفات الجنسيه الثانويه عند الرجل ومايتبع ذلك من النمو العضلي والقوه البدنيه .



شكل رقم ( ٤٩ ) يبين غدد المناسل



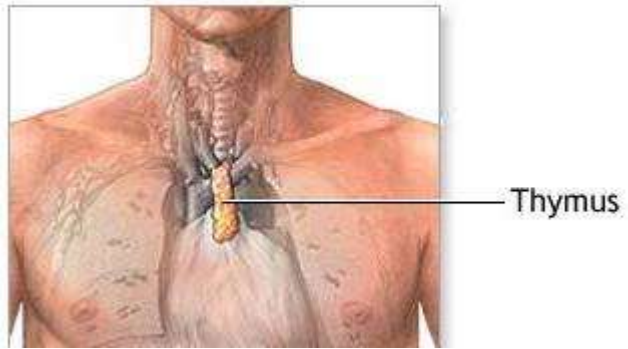
شكل رقم (٥٠) يبين الغدة الانثويه

### سابعا - الغده الزعترية **Tymus Gland**

تقع في الجزء العلوي من الصدر بين الرئتين , ولها عمر محدود تكون كبيره في الطفوله وتضمحل في سن البلوغ وتفقد فعاليتها ويحل محلها

كيس دهني , وهي تتكون من فصين يتصلان مع بعضهما بطبقه من النسيج الضام يحوي كل فص على عدة فصيصات ممتلئه بخلايا لمفاويه مهمتها الدفاع عن الجسم بتكوينها اجسام مضادة تحطم المواد الغريبه وتفرز هرمون **الثايموسين thymocin** الذي ينشط عمل الخلايا للمفاويه الهامه في الدفاع عن الجسم , شكل (٥١).

تنمو **الغده الثيموسيه** لغاية **السنة الثانيه من العمر** وبعد ذلك تقل بسرعه ولايبقى منها الا اثار في الانسان اليافع ويلاحظ وجودها فقط في حالات خاصه مثل(توقف النمو والضعف العام عند الصغار ) تقوم هذه الغده بافراز هرمون يعمل على **خفض التوصيل العصبي** وكذلك يؤخر نمو الاعضاء التناسليه حتى البلوغ ويتوقف افرازها عند البلوغ عند استمرار افرازها حتى سن البلوغ , وان ضمور الغده في سن مبكر مما يؤدي الى بلوغ مبكر .



شكل رقم (٥١) يبين الغده الثيموسيه

### ثامنا- الغده الصنوبريه Pineal Gland

لها شكل هرمي تقع في سقف الحجرة الثالثه للدماغ طولها ٨ ملم وعرضها لايزيد عن ٤ ملم , تعمل لفته عمرية وجيزه وتبدأ الضمور بعد سن السابعة من العمر ويعتقد انها تفرز هرمونين هما **الميلاتونين Melatonin** الذي يمنع النضج للجهاز التناسلي وخاصه الانثوي قبل البلوغ وكذلك **هرمون الادرينوجلومولوتروبين Adrenoglomerulotropin** الذي يعتقد انه يحفز قشرة الغده الكظريه لاطلاق هرمون الالديستيرون .

## تاسعا- بطانة المعدة والامعاء وMucosa of Stomach and Intestine

### Intestine

يفرز هرمون الجاسترين **Gastrin** الذي يحفز افراز عصارة المعدة ويحتوي حامض الهيدروكلوريك **HCL** وانزيم الببسين **Pepsin** الذي يساعد في هضم البروتينات ويزيد هذا الهرمون من حركة المعدة والامعاء , ويؤدي الى استرخاء العضله العاصره في بوابة المعدة .  
اما بطانة الامعاء الدقيقة فتفرز هرمون سكرتين **Secretin** الذي يثبط افراز عصارة الامعاء والمعدة ويحفز عصارة البكرياس الغنيه بأيونات بيكاربونات الصوديوم اضافة الى تنشيط افراز الصفراء من خلايا الكبد كذلك تفرز بطانة الامعاء الدقيقة **كولسيستوكاينين Cholecystokinin** الذي يقوم بوظائف مشابهه لعمل الجاسترين وينشط اطلاق الصفراء من المراره , كما تفرز بطانة الاثني عشري الجزء الامامي من الامعاء الدقيقة انزيمات مفككه لسكريات ثنائيه مختلفه

## عاشرا- الكليتان Kidney

تفرزان هرمون الارثروبويتين **Erythropoietin** الذي يحفز انتاج خلايا الدم حمراء وذلك عند انخفاض مستوى الاوكسجين .

### الحادي عشر- هرمون القلب

يعمل القلب ايضا كغده تفرز هرمون البروتين الانيني المدر للصوديوم **Atrial Natriuretic Protein** والذي يساعد في التخلص من الصوديوم الزائد في الدم عند ارتفاع منسوبه عن الحد المطلوب وبذلك يساعد في خفض ضغط الدم .

## تأثير التمارين الرياضية على استجابة الهرمونات

ان جهاز الغدد الصماء من اهم الاجهزه الحيويه التي تستجيب لممارسة النشاط الرياضي حيث يعمل مع الجهاز العصبي لتنظيم معدلات النشاط الكيميائي لخلايا وانسجة الجسم المختلفه , وتجرى الكثير من

الدراسات للتعرف على استجابات الهرمونات وتكيفاتها للتدريب الرياضي , وذلك بقياس مستوى تركيزها في الدم او الادرار رغم ان ذلك لايعطي نتائج دقيقه لكون تركيز الهرمون يعتمد على امور عده منها( معدل انتاجه , معدل تكسيره بواسطة الانزيمات الموجوده في الكبد والكلى والانسجه الاخرى , معدل استخدامه في الانسجه الهدف ) وكذلك اختلاف زمن ومستوى تركيز الهرمونات المختلفه بعد اداء الجهد الرياضي حيث تستغرق بعضها بضع ثواني لتتكسر والاخرى لعدة ساعات او ايام .

### استجابات الهرمونات للجهد البدني

تتقسم استجابات الهرمونات للجهد البدني الى (استجابات سريعه , اسجابات معتدله, استجابات متأخره)

#### - الاستجابات السريعه

حيث تحصل زياده سريعه في تركيز الهرمون وخلال الدقائق الاولى من الجهد البدني كما في هرمون الكورتزول والكاتيכולامين .

#### - الاستجابات المعتدله

حيث يرتفع مستوى تركيز الهرمون بعد فترة متوسطه من بدء الجهد البدني كما في هرمون الثايروكسين والادستيرون .

#### -الاستجابات المتأخره

تتم بعد فتره من دوام التمرين بصوره اكبر من شدته كما في هرمون النمو والانسولين ( ارتفاع وانخفاض مستواهما ) .



المبحث الثاني

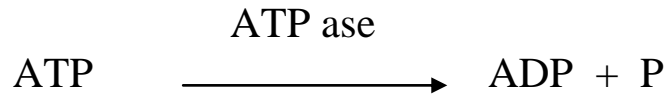
الانزيمات ENZYMES

## الانزيمات

هي بروتينات متخصصة تنتجها الخلايا لتحفيز التفاعلات المختلفة في الجسم إذ تنشأ من بروتين ذو تخصص عال ، والانزيم جزئي بروتيني يصنع بواسطة الخلايا الحيه , واغلب الانزيمات تعمل داخل الخلية المنتجة لها وتسمى **Intracellular** او انها تعمل خارج الخلايا وتسمى **extracellular** مثل انزيمات الهضم , كما يمكن للانزيمات ان تعمل بصوره مستقله كما في الخميره , وتبقى معظم الانزيمات في الخلايا التي تنتجها ولكن بعضها تتكون داخل الخلايا وتعمل بشكل مستقل عنها كما في انزيم اللايبز الذي يفرز من البنكرياس وينتقل الى الامعاء الدقيقة حيث يقوم بتحليل الدهون .

يحتوي الجسم على آلاف الانواع من الانزيمات ويؤدي كل نوع وظيفه واحده محدده , وبدون الانزيمات لايمكن الانسان التنفس والابصار او التحرك او الهضم , كذلك تتم عملية التركيب الضوئي في النباتات بالاعتماد على عمل الانزيمات .

الانزيمات تسرع التفاعلات الكيميائيه في الكائنات الحيه , وان التفاعلات تحدث ببطء او لاتحدث ابدأ بدونها، ولايغير الانزيم من التفاعلات الكيميائية والحيوية في الخلايا ويقتصر عمله في تسريع هذه التفاعلات وتدخل الانزيمات في التفاعلات الخاصة بإنتاج الطاقة فمثلاً إنزيم (ase ATP) يساعد في تحلل الـ ATP ويحوله إلى ADP



كما يساعد انزيم CK في إعادة بناء الـ ATP



## تكوين الانزيمات

تتكون الانزيمات من مواد بروتينية ويرتبط البعض الآخر بجزيئات غير بروتينية لتتمكن من اداء وظيفتها وكثيرا ماتكون هذه الجزيئات غير البروتينية من المعادن ( الحديد والمغنسيوم والنحاس ) وتوجد بكميات ضئيلة وهي ضرورية للتفاعل ويدعى العامل المشترك **Cofactor** الذي لايعمل الانزيم بدونه . وتكون بعض العوامل المشتركة ايونات , ويتكون البعض الآخر من جزيئات عضوية تسمى الانزيم المشارك او المساعد (CO - enzymes) وعند ارتباط انزيم مساعد فان الوحدة تسمى بالمجموعه ولايتمكن الانزيم المساعد ان يعمل بمفرده , يتكون العديد من الانزيمات المساعده من الفيتامينات خصوصا فيتامين B , لذا لايمكن الانزيم تأدية عمله بالشكل المطلوب في حال عدم احتواء الغذاء على كميات كافيه من هذه الفيتامينات . و Coenzyme يشترك من الفيتامينات او من مواد معدنيه مثل النحاس والمنغنيز والخاصين والحديد وغيرها والتي تسمى بالمجموعه الاضافيه Prosthetic group التي يحوي بعضها على ايونات لمركبات غير عضوية مثل آيون الكالسيوم والمنغنيز وغيرها . يطلق تعبير Holoenzyme على الانزيم الذي يتكون من جزيء بروتيني وكما يسمى Apoenzyme الذي يرتبط مع مرافق انزيمي .

### وظائف الانزيمات

- حفظ توازن الجسم عن طريق التحكم بتفاعلاته الكيميائيه  
- تعمل الانزيمات في تقليل كمية الطاقه اللازمه لبدء تفاعل كيميائي وهذا يساعد في حمايتها من التعرض الى الحراره العاليه التي تؤدي الى تفكيك بنية البروتين في الجسم .

### آلية عمل الانزيمات

تنتج الخلايا الحية الانزيمات وتؤدي عملها عن طريق تعديل الجزيئات الاخرى حيث تتحد مع الجزيئات المعدله لتكوين تركيب جزيئي يحدث فيه التفاعل الكيميائي ثم ينفصل الانزيم بدون ان يحدث له تغييرا ناتجا عن التفاعل , وتعتمد آلية عمل الانزيمات باتصاله بموقع نشط ACTIVE SITE ACTIVE SITE في جزيء المادة الخاضعه SUBSTRATE بحيث يكون معقد الانزيم والماده الخاضعه . يوجد في جسم الانسان الاف الانزيمات لكل منها ماده خاضعه خاصه تتناسب معها تماما , لذلك فان الانزيمات تؤدي الى التحفيز ويمكن لجزيء واحد من انزيم واحد ان يؤدي عمله كاملا مليون مره في الدقيقة ويحدث التفاعل بوجود الانزيم بسرعه تفوق سرعه حدوثه بدون الانزيم بالالاف المرات اوحتى ملايين المرات.

### خواص الانزيمات

- لها خواص البروتينات وتحتوي على مركز فعال واحد او اكثر يسمى بمركز نشاط الانزيم
- تعمل بشكل محدد جداً .
- تؤثر عليها العوامل الفيزيائية والكيميائية وتقلل من نشاطها أو قد تزيد منه .
- تعمل باتجاهين - هدم - بناء .
- الانزيمات اما تكون بسيطه او مركبه والمركبه تتطلب وجود مواد غير بروتينية ترتبط بها .
- تصنع باستمرار وفي الغالب على شكل مركبات غير فعالة ( pro - Enzymes ) وتكون مع مركبات أخرى انزيمات فعالة .
- تعمل بشكل قصوي عند PH المتعادل وبعدهم معين في محيط (حامضي أو قاعدي) .
- تتأثر بعوامل عدة (الحرارة ، الأملاح ، المعادن) مما يقلل من عملها الوظيفي .
- تشكل مركبات خاصة داخل الماء (تترسب او نتجزء) .

### أنواع الانزيمات

### - انزيمات الأكدسة والاختزال

تساعد على إنتاج الطاقة لغرض التقلص العضلي وجميع الوظائف ، تعتمد على هذه الانزيمات ،ومن امثلتها أوكسيداز Oxidase ، هايدروجيناز Hydroginase .

### - انزيمات التحلل الهيدروجيني

غالباً تكون انزيمات هضمية (تحلل الدهون والسكر بأنواعه ) ومن امثلتها اللايباز Lipases مالتيز Maltase .

### - انزيمات فوسفاتية

هذه الانزيمات تضيف أو تزيل المجموعة الفوسفاتية مثل فوسفاتيز Phosphatase .

### - انزيمات تضيف أو تزيل $CO_2$

مثل كاربوكسيلاز Carboxylase .

### - انزيمات تعيد تركيب الذرات داخل الجزيئات

مثل ميتوز Mutase .

### - انزيمات تضيف الماء $H_2O$ إلى الجزيء دون ان تحلله

مثل الهايدرولاز Hydrolase .

### العوامل التي تؤثر على عمل الانزيمات

هناك عدة عوامل تؤثر على سرعة عمل الانزيمات منها :

#### - تركيز الانزيم

تتناسب سرعة التفاعل طردياً مع زيادة تركيز الانزيم وتستقر سرعة التفاعل على حد معين رغم اضافة الانزيم تبقى السرعة ثابتة وهذا يعود للمادة الاساس لانها اصبحت مرتبطة كلياً فاضافة انزيم اكثر لن يجد ماده اساس ليعمل عليها .

#### - تركيز مادة الاساس

تزداد سرعة التفاعل كلما كان تركيز مادة الاساس اعلى ولكن بعد اضافة تركيز معين تبقى سرعة التفاعل ثابتة وهذا بسبب كون تركيز الانزيم محدود وان اضافة مادة اساس اكثر لن تجد انزيمات ترتبط بها

### درجة الحرارة

ارتفاع درجة الحرارة يؤدي الى سرعة التفاعل الانزيمي الى حد معين لغاية الوصول الى درجة الحرارة المثلى **Optimal** اي ٣٧ درجة مئوية ولكن عند الدرجات الحرارة الاعلى تنخفض السرعة تدريجيا وتؤثر درجة الحرارة بطريقتين هما:

- ارتفاع درجة الحرارة يزيد من حركة الجزيئات وبالتالي احتمال تصادم الانزيم مع المادة الاساس.
- زيادة سرعة تخثر الانزيم حيث ان ارتفاع درجة الحرارة تسبب هدم البروتين .

### درجة الحموضة

- تتأثر الانزيمات بتغيير PH الدم لان درجة الحموضة هي احد العوامل لاستقرار الانزيم , فانزيم معين يعمل في PH معين يتوقف عن العمل في حالة تغيير PH في النسيج المجاور , فمثلا انزيم الببسين يعمل في درجة PH منخفضة اي حامضي جدا بينما انزيم التربسين يعمل في درجة PH عالية اي قاعديه , ومعظم الانزيمات تعمل في درجة PH متعادله ٧,٤ .

### عوامل معيقه تنافسيه

مثل تشابه تركيب المعيق والمادة الاساس , وغير تنافسيه تعتمد على تركيز العامل المعيق والتي تعيق ارتباط الانزيم والمادة الاساس .

### النشاط الرياضي والانزيمات

- إن الانزيمات مهمة في تمثيل الطاقة للجسم . خلال الجهد العالي الشدة ولأتمام تحلل الكلايوجين لأوكسجينياً يعمل انزيم **LDH** **LacticDehydroginase** (لاكتيك ديهادروجينيز) على تحويل حامض البايروفيك إلى حامض اللينيك . وحتى في حالة الراحة فإن هذا الانزيم وبسبب نشاطه العالي يحول جزء من حامض البايروفيك إلى حامض اللاكتيك وبكميات قليلة لاتزيد عن ١٠ ملغم/١٠٠ مللر من الدم .

- انزيم **Lipase** يقوم بتحليل الدهون إلى ثلاثي الجلسيرين واحماض دهنية لأستخدامها في الطاقة في النشاطات التي تستغرق فترة طويلة .

- كما تسبب بعض الانزيمات Lipoprotein Lipase في الخلايا جلب الاحماض الدهنية إلى الخلايا العضلية لغرض أستهلاكها كطاقة .  
- ان العضلات تحوي على انزيمات تستطيع إزالة النتروجين من بروتين العضلة (الأحماض الامينية) وبهذا تستطيع العضلة أستخدام بروتينها كمصدر للطاقة .وان مستوى الانزيمات يساعد على التسريع في أستخدام البروتين كطاقة حيث يتمكن المركب غير النتروجيني الدخول في دورة كريب لإنتاج الطاقة .  
- ان زيادة الحامضية أو القاعدية يحدد من قدرة الانزيم على العمل وقد تتوقف قدرة الانزيم على العمل في الجو الحامضي (عند تراكم حامض اللبنيك في العضلة عند الجهد الشديد خلال فترة قصيرة) مما يسبب توقف تحرير الطاقة بسبب إيقاف عملية تحلل الكلايوجين الذي يحلله انزيم (PEK) حيث يتوقف عن العمل أيضاً .

## المراجع

### المراجع العربية

- ابو العلا احمد عبد الفتاح ، احمد نصر الدين سيد : فسيولوجيا اللياقة البدنية ، ط ١ ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٣ .
- ابو العلا احمد عبد الفتاح ، بيولوجيا الرياضة وصحة الرياضي ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٨ .
- بهاء الدين ابراهيم سلامة ؛ بايولوجيا الرياضة والاداء الحركي ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٢ .
- بهاء الدين ابراهيم سلامة ، فسيولوجيا الرياضة ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٤ .
- بسطويسي احمد : اسس ونظريات التدريب الرياضي ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٩ .
- هاشم الكيلاني ؛ الأسس الفسيولوجية للتدريبات الرياضية ، ط ١ ، الاصدار الاول ، مطبعة الفلاح للنشر والتوزيع ، الكويت ، ٢٠٠٠ -
- وجيه محجوب ، التغذية والحركة ، دار الحكمة للطباعة والنشر ، الموصل ، ١٩٩٠ .
- رشدي فتوح عبد الفتاح ، اساسيات عامة في علم الفسيولوجيا ، ط ٢ ، مطبعة ذات السلاسل ، الكويت ، ١٩٨٨ .
- عائد فضل ملحم : الطب الرياضي والفسيولوجي ، دار الكندي للنشر والتوزيع ، عمان ، ١٩٩٨ .
- عبد العزيز ومحمود عبد الرحمن ؛ الانسان تركيب ووظائف اجهزة الجسم المختلفة ، مكتبة الانجلو ، مصر ، ١٩٩٢ .
- عبد المجيد الشاعر ، رشدي قطاش : التغذية والصحة ، ط ١ ، دار اليازوري للطباعة والنشر ، عمان ، ٢٠٠٠ .
- عبد الرحيم فطائر : الغذاء والتغذية ، دار الثقافة للنشر والتوزيع ، عمان ، ٢٠٠٠ .
- حميد احمد الحاج ، بيولوجيا الانسان ، مركز الكتب الاردني ، عمان ، ٢٠٠١ .
- سليمان علي حسن ، المدخل الى التدريب الرياضي ، المطبعة الوطنية ، بغداد ، ١٩٨٣ .



- قاسم حسن حسين , الفسيولوجيا ( مبادئها وتطبيقاتها في المجال الرياضي ) , مطابع التعليم العالي , بغداد , ١٩٩٠
- فاضل سلطان شريفة : وظائف الاعضاء والتدريب البدني , مطابع دار الهلال للاوسيت , الرياض , ١٩٩٠
- محمد حسن علاوي , ابو العلا احمد ؛ فسيولوجيا التدريب الرياضي , دار الفكر العربي , القاهرة ١٩٩٧
- محمد علي القط , وظائف اعضاء التدريب الرياضي : دار الفكر العربي , القاهرة , ١٩٩٩
- محمد نصر الدين رضوان , طرق قياس الجهد الدني , مركز الكتاب للنشر والتوزيع , القاهرة , ١٩٩٨
- محمد نصر الدين رضوان , اللياقه البدنيه للجميع ط١ , القاهرة . ٢٠٠٠
- محمد عثمان , موسوعة العاب القوى , دار القلم للنشر والطباعه والتوزيع , الكويت , ١٩٩٠
-

- Braun waled E . Heart Disease ,Texbook of Cardicvascular, medicine, Philadelphia; 1992
- Josette Dagher; Life Science , translater ( Nana Zeidan) First published, June, 1999
- Dean. J ; Exercise and Training during gradead Ischaemia in healthy physical, 1994
- Franklin B. A ; Exercise in modren medicine. 1989
- Gutton and Hall; Medical physiology. 1996
- Viru. A; Adaptation in sport Training. 1994
- Daniels L . and Worthinghare; Muscle Testing, 5 th education. 1986
- Wasserman k; Principles of Exercise Testing in sport medicine , 1994
- Karvonen.j;-medicine in sports training and coaching kaeger publisher.1992
- Conn,stumpf;-outline of biochemistry.1976

Wood s.c and roach:- sport and exercise  
medicine.newyork.1994

- Nadle E.R ; Physiological adaptation to  
aerobic training ,1985

- Ceropegen E,M ,Volkov V,M ,CenacekM ,M ;  
Human physiology. Sport publication ,moscow  
, 1979

- **Fisher,A,G and Jesen,C,R: Scientific Basic -  
of Athletic Coditioning. 3<sup>rd</sup> Ed. Philadephia,  
1989.**

S.Edward,L.fox ,Donald,K.Mathews,Interval  
training conditioning for sport and general  
fitness,1974.

Chon j.n :cardiovascular medicine, new  
york,1994,p:65

الفصل الأول

مفاهيم فسيولوجية أساسية ومفهوم الخلية

المبحث الأول

مفاهيم فسيولوجية أساسية

علم الفسيولوجيا (علم وظائف الأعضاء)

الفسيولوجية الرياضية (فسيولوجية الحركة)

فسيولوجيا الجهد

المبحث الثاني

مفهوم الخلية (تركيبها ووظائفها)

الخلية cell

اشكال وحجوم الخلايا

تركيب الخلية ومحتوياتها

جدار الخلية cell wall

غشاء الخلية cell memberane

الاهداب microvilli او الاسواط flagella

النواة Nucleus

السائتوبلازم cytoplasm

المحتويات الحية في السائتوبلازم :

- الشبكة البلازمية Endoplasmic reticulum

- الريبوسومات

- المايتوكوندريا (بيوت الطاقة) mitochondria

- جهاز كولجي golgi apparatus

- الجسم المركزي (centriole)

- الليفات (fibrullous)

- الجسم الحال الايسوسوم (lysosomes)

- البلاستيدات plastids

المحتويات غير الحية في السيتوبلازم :

- الحبيبات النشوية glycogen

- الحبيبات الصبغية (Melanin)

- القطيرات الزيتية

- البلورا

- الفجوات الخلوية vacuoles

## الفصل الثاني

فسيولوجيا الجهاز العصبي

### المبحث الاول

تركيب الجهاز العصبي واجزائه

الخلية العصبية nervous cell

الخلايا الجيلاتينية ( الدبقية ) Glial Cell

انواع الخلايا الجيلاتينية

الجهاز العصبي المركزي central n. System

الجهاز العصبي الطرفي المحيطي Peripheral nervous.

system

- الأعصاب المخية الدماغية Cranial:nerves

- الأعصاب الشوكية (spinal nerves)

- الأعصاب الحسية (الواردة) Peripheral sensory nerves

- الأعصاب الحركية (الصادرة) Peripheral motor nerves

- الجهاز العصبي الذاتي ( التلقائي ) Autonomous Nervous

System

### المبحث الثاني

تأثير التدريب على الجهاز العصبي

فسيولوجيا الجهاز العصبي وأسس و قوانين التوافق الحركي

التحكم في وضع الجسم أثناء الحركة

التمارين الرياضية و وظيفة الجهاز العصبي

أسس و قوانين التوافق الحركي

المعلومات الخارجيه والداخليه

العلاقة المتبادله في الاداء الحركي

الحواس والرياضه  
عمل ونشاط الاجهزه الحسيه  
الاسس الفسيولوجيه للمهاره الحركيه  
المهارات الحركيه (الخبرات)  
مراحل تكوين المهارات الحركيه

### الفصل الثالث

فسيولوجيا الجهاز العضلي

#### المبحث الاول

العضلات (muscle)

- العضلات المخططة الإرادية Vountary Muscles

علاقة العضلات بالعظام

التركيب النسيجي للعضلات الاراديه

التجهيز العصبي للعضلات الإرادية

خصائص العضلات الإرادية

العضلات الإرادية البيضاء

العضلات الاراديه الحمراء

انواع العضلات الهيكلية وفق عملها

انواع العضلات الاراديه وفق شكلها وتنظيم اليافاها

- العضلات الملساء اللارادية involuntary Muscles

العضلات الملساء (الارادية) والتجهيز العصبي

- العضلات القلبية Cardic Muscles

خواص الالياف العضليه بشكل عام

الجزء التقلصي في الليفه العضليه

المواد الداخلة في تركيب العضلة

#### المبحث الثاني

فسيولوجيا الحركة

التقلص العضلي

انواع التقلص العضلي

ادوار التقلص العضلي

ظاهرة التدرج في التقلص العضلي

العوامل التي تؤثر على التقلص البسيط

التكزز العضلي

الاجهاد العضلي

الاحماء والتحفيز العضلي

انواع المحفزات

تأثير المحفزات المتعاقبه **Effect of two successive stimuli**

على العضله وتقلصها

تأثير المحفزات المتكرره **Effect of Repeated Stimuli**

نقل المثيرات العصبية للعضله

الوحده الحركيه والعمل العصبي العضلي

التدريب الرياضي والتغيرات الحاصلة أثناء التقلص العضلي

التغيرات التي تحصل في العضله عند تحفيزها

اولا- التغيرات المورفولوجيه **MORPHOLOGICAL**

**CHANGES**

ثانيا- تغيرات الكهربائيه **ELECTRICAL CHANGES**

ثالثا- التغيرات التهيجيه **EXCITABILITY CHANGES**

رابعا- التغيرات الميكانيكيه **MECHANICAL CHANGES**

خامسا- التغيرات الكيمياويه **CHEMICAL CHANGES**

سادسا- التغيرات الحراريه **THERMAL CHANGES**

إثر التدريب الرياضي والتكيفات في الجهاز العضلي

أولاً : التغيرات البيوكيميائية

ثانياً : التغيرات البنائية

**الفصل الرابع**

فسيولوجيا القلب والجهاز الدوري

**المبحث الاول**

**The circulatory system** القلب والجهاز الدوري

مكونات جهاز القلب والدوران

القلب **myocardium**

صمامات القلب

الدوره القلبيه

- الدورة القلبية الجهازية (الكبرى)
- الدورة الرئوية
- تغذية القلب الدموية
- التغذية العصبية للقلب (الجهاز التوصيلي للقلب)
- خواص القلب الفسيولوجيه
- الدم (Blood)
- مكونات الدم
- البلازما plasma
- خلايا الدم Blood cell
- كريات الدم الحمراء Red Blood cells
- خلايا الدم البيضاء White Blood cells leukoytes
- الصفائح الدموية platlates
- وظائف الدم العامه
- الأوعية الدموية (Blood vessels)
- الشرايين Arteries
- الشعيرات الدموية capillaries
- الأوردة veins

#### المبحث الثاني

- تأثير التدريب على القلب والجهاز الدوري
- القلب والاناجاز الرياضي
- اثر الحمل في وضع القلب
- التغيرات الكيمياوية في عضلة القلب
- كمية الدم والنشاط الرياضي
- تأثير الجهد الرياضي على سرعة الدم في الاوعيه الدمويه

المؤشرات التي يتم من خلالها تقويم العمل التدريبي والتكيف الحاصل في القلب :

- أولاً : معدل ضربات القلب ( سرعة القلب ) ( النبض )
- تنظيم ضربات القلب
- العوامل المؤثره في سرعة القلب ( النبض )



ثانياً : الناتج القلبي وحركة الدم  
العوامل التي تؤثر على الناتج القلبي  
- تأثير وضع الجسم على الدفع القلبي  
- حجم الضربه القلبيه والجهد الرياضي  
تأثير الرياضه على الدفع القلبي

ثالثاً : حجم القلب

رابعاً : عدم أنتظام ضربات القلب

خامساً: الضغط الدموي

- الضغط الدموي الانقباضي

- الضغط الدموي الإنبساطي

العوامل التي تؤثر على الضغط الدموي

تنظيم ضغط الدم

تأثير المجهود الرياضي على ضغط الدم

اسباب ارتفاع ضغط الدم اثناء الجهد العضلي

## الفصل الخامس

فسيولوجيا الجهاز التنفسي

المبحث الاول

الجهاز التنفسي Respiratory System

مكونات الجهاز التنفسي

اولا- الممرات الهوائية (الجزء التنفسي الاعلى)

- الأنف : ( Nose )

البلعوم

الحنجرة

القصبة الهوائية

وظائف الممرات الهوائية

ثانيا- الجزء التنفسي الاسفل ويشمل اجزاء الرئتين

الرئتان

الحويصله الدمويه

انواع التنفس

ميكانيكية التنفس والعضلات المشتركة في عملية التنفس

حركات التنفس  
عمليات التنفس  
الضغط داخل الرئة  
الضغط داخل الغشاء البلوري  
مكونات هواء التنفس  
التهويه في الجهاز التنفسي  
تبادل الغازات  
تبادل الغازات بين هواء الرئتين و الهواء الجوى  
تبادل الغازات بين هواء الحويصلات والدم  
تبادل الغازات بين الدم والانسجه  
آلية التحكم وتنظيم عمليه التنفس  
المراكز التنفسيه Respiratory Centre  
المراكز التنفسيه والنشاط البدني  
العوامل التي تؤثر على المراكز التنفسيه  
وسائل ضبط التنفس  
- الضبط العصبي  
- الضبط الكيميائي

#### المبحث الثاني

السرع والاحجام التنفسيه وتأثير النشاط الرياضى على التنفس  
سرعة التنفس Rate of Respiration  
العوامل المؤثره في سرعة التنفس  
أحجام التنفس  
- السعه الشهيقيه  
- السعه الاحتياطيّه للزفير  
- السعه الحيويه Vital capacity  
- السعه الكلية للرئتين Total Lung Capacity  
- السعه التنفسيه العظمى Maximum Ventilation  
- التهويه الرئويه اللازمه Ventilatory Requirement  
- احتياطي التنفسي للتهويه Breathing Reserve  
- معامل التنفس ( الحاصل التنفسي ) Respiratory Quatient

- تأثير النشاط الرياضي على التنفس
- التغيرات عند القيام بمجهود متوسط الشده ولمده طويله:-
  - التغيرات فى التنفس عند القيام بمجهود عنيف ولفتره قصيره
  - التنفس عند الضغوط المختلفه
  - التنفس وعلاقته ببعض انواع الرياضه :-
  - تأثير التدريب الرياضي على الجهاز التنفسي

## الفصل السادس

التغذيه والسوائل الجسميه والالكترولايت

### المبحث الاول

التغذيه Nutrition

العناصر الأساسية للغذاء

- الكربوهيدرات مصدر الطاقه الاول
- الدهون المصدر الثاني للطاقه
- البروتينات لبناء الخلايا في الجسم والمصدر الاخير للطاقه
- المواد المعدنيه ( الاملاح )
- السوائل
- الفيتامينات
- الالياف
- الأسس العامة لتغذية الرياضيين
- الغذاء والطاقه
- حاجة الجسم اليوميه من الغذاء ( الطاقه )
- النشاط الرياضي وحاجة الرياضي الى الغذاء
- العوامل التي تعتمد عليها كمية الطاقه اللازمه للفرد
- تصنيف الالعاب الرياضييه حسب حاجة الرياضي من الغذاء و الجهد المبذول
- توازن الطاقه
- تغذيه الرياضي
- تغذيه الرياضي قبل الجهد
- تغذيه الرياضي يوم السباق
- تغذيه الرياضي بعد الجهد

## المبحث الثاني

**ELECTROLYTES** السوائل الجسمية والألكتروليت

- السائل الخلوي **Enteracellular Fluid**

- السائل اللاخلوي **extracellular fluid**

الماء

وظائف الماء

**Sources water to the body** مصادر الماء في الجسم الانسان

**WATER BALANCE** الميزان المائي

انتقال السوائل في انسجة الجسم

الضغط الأزموزي و توازن السوائل

نعويض السوائل في الانشطة الرياضيه

الحفاظ على محتوى ثابت من الماء في الجسم

التبادل بين السائل داخل الخلايا والسائل البيني

**ELECTROLYTES** الألكتروليت

## الفصل السابع

الطاقة وأنظمتها (Energy – system)

### المبحث الاول

الطاقة **Energy**

اشكال الطاقة

الايض **Metabolism**

عملية الهضم والامتصاص

كيف يتم حساب الطاقة

العوامل التي تحدد مجموع الطاقة التي يحتاجها الجسم

معدل التمثيل الغذائي الاساسي **Basal Metabolic Rate**

العوامل التي تؤثر على التمثيل الغذائي

ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP)

ثلاثي فوسفات الأدينوسين (ATP) والطاقة

وظائف ثلاثي فوسفات الادينوزين **ATP**

كيف يتم الحصول على الطاقة من **ATP**

## المبحث الثاني

### أنظمة الطاقة (Energy – system)

اولا - النظام اللاهوائي اللاهوائي Anaerobic system  
- النظام الفوسفاتي اللاهوائي ATP - CP - phosphataatase- system

مميزات النظام اللاهوائي الفوسفاتي :

- نظام حامض اللاكتيك اللاهوائي L.A lactic acid system

مميزات نظام حامض اللاكتيك ( النظام اللاهوائي )

النقص الأوكسجيني والدين الأوكسجيني

انواع الدين الأوكسجيني

انواع القدرات اللاهوائية

- قدره اللاهوائية القصوى

- السعة اللاهوائية

التحميل اللاهوائي وطرق تأخير التعب

عوامل الانتاجية اللاهوائية

ثانيا - النظام الأوكسجيني الهوائي O<sub>2</sub> aerobic system

مصادر الطاقة في النظام الهوائي

النظام الهوائي والانشطة الرياضيه

العوامل التي تؤثر سلبيا على استمرار النظام الهوائي

مميزات النظام الهوائي

القابليه القصوى لاستهلاك الأوكسجين VO<sub>2</sub>MAX

التداخل بين نظم إنتاج الطاقة

اسهامات نظم الطاقة خلال زمن الاداء

توازن الطاقة

تعويض مصادر الطاقة

## الفصل الثامن

الخصائص الفسيولوجيه للجسم خلال مراحل التدريب المختلفه

والتكيفات الحاصله

## المبحث الاول

الخصائص الفسيولوجيه للجسم خلال مراحل التدريب المختلفه

اولا- مرحلة التحضير ( الاعداد )  
التغييرات الوظيفيه في مرحلة التحضير  
انواع الاستجابات في مرحله التحضير  
تنظيم حاله التحضير  
الاحماء و دورة الفسيولوجي في مرحلة التحضير  
تأثيرات الاحماء الفسيولوجيه على الجسم  
فترة الراحة (الفترة بين الاحماء و بداية النشاط الاساسى )  
ثانيا- مرحلة العمل ( الجهد )  
حالة الاستقرار  
حالة الاستقرار الحقيقية  
حاله الاستقرار الكاذبة  
الجهد النافع  
العوامل التي تؤثر على الجهد النافع عند الانسان:  
التعب العضلي  
التغييرات الفسيولوجيه الأساسية التي تحصل عند التعب العضلي  
علامات التعب العضلي  
أهمية التعب  
انواع التعب  
قياس التعب  
درجات التعب  
اسباب تأخير ظهور التعب عند الرياضي  
العوامل التي تسرع التعب عند مختلف انواع النشاطات العضليه  
الشد العضلي ( Muscular Ton )  
ثالثا- مرحلة ما بعد الجهد ( الراحة والاستشفاء ) Rest Recovary  
and  
التغييرات الفسيولوجيه التي تحدث اثناء الراحة  
الاستشفاء Recovary  
تنظيم عملية الاستشفاء  
تقويم حالة الاستشفاء  
العوامل المؤثره في عملية الاستشفاء

الوسائل المسرعة للأستشفاء

### المبحث الثاني

التدريب الرياضي والتكيفات التي تحصل في الاعضاء والاجهزه اثناء

الراحة والجهد العضل

دليل التدريب عند الراحة

- التغيرات في العظام

- التغيرات في العضلات

- التغيرات في الطاقه

- التغيرات في الجهاز التنفسي

- التغيرات في القلب والدوره الدمويه

دليل التدريب عند العمل المنتظم

دليل التدريب عند الجهد الشديد

- تدريبات الجهد الشديد والسريع

- تدريبات المطاولة

- تدريبات القوة

خصائص ومباديء اعادة التدريب

المبدا الاول - اعاده اداء التمارين

المبدا الثاني - انتظام تعاقب اعاده التمارين

المبدا الثالث - العلاقة الصحيحه بين العمل والراحه

المبدا الرابع / الزيادة التدريجية للجهد

### المبحث الثالث

اعداد الرياضي في البيئات المختلفه

إعداد الرياضة في الطبيعة الجبلية

الضغط الجوي والمرتفعات

التدريب في المرتفعات

ارتفاع درجة الحرارة والنشاط البدني

الطرق المساعدة في تأقلم الرياضي مع الجو الحار جداً

أهمية التوازن الحراري للرياضيين  
التدريب في الجو البارد  
التدريب في الأعماق  
الفصل التاسع

الخصائص الفسيولوجية للنساء والاطفال والنشاط الرياضي

المبحث الاول

الخصائص الفسيولوجية للمرأة والرياضة

خصائص ممارسة الانشطة البدنيه عند المراه

الفروقات التكوينية والفسيولوجية بين المرأة و الرجل

اولا - تركيب الجسم (حجم الجسم و السعات و الاعراض و

الاطوال)

- الفروقات الجنسية عند النساء

- الفروقات المورفولوجية

ثانيا - نمو القدرات الحركية

- القوه العضليه

- المطاوله

- التوافق والمرونه الحركيه

ثالثا- وظائف الاعضاء والاجهزة الجسميه وتكيفها للجهد العضلى

- معدل التمثيل الاساسي

- الجهاز الحركي

- جهاز القلب والدوران



- مستويات بعض المواد في الدم

- الجهاز التنفسي

القابلية البدنية والوظيفيه للمرأه خلال مراحل الدوره الشهرية

المبحث الثاني

الخصائص الفسيولوجية للاطفال في سن المدرسة عند اداء\_النشاطات

الرياضية

الخصائص العامة

العوامل التي تؤثر على نمو الجسم عند الاطفال

- الوراثة

- البيئة الخارجي

- وسائل التربية البدنية

- الجهاز العصبي والتنظيم الهرموني

الادوار العمرية

اولا - الاعمار المدرسية الصغيرة الذكور ( ٨-١٢ ) سنة و

الاناث ( ٨-١١ ) سنة

ثانيا - الاعمار المدرسية المتوسطة (الاحداث ) الذكور من (

١٣-١٦ ) سنة الاناث من ( ١٢-١٥ ) سنة

ثالثا - الاعمار المدرسية الكبيرة (الشباب) الذكور من ( ١٧-

١٨ ) سنة والاناث من ( ١٦-١٨ ) سنة

الخصائص الفسيولوجية لادوار العمرية

نمو الجهاز الحركي عند الاطفال في مختلف الاعمار

## الفصل العاشر

الهرمونات (Hormones) والانزيمات (ENZYMES)

### المبحث الاول

الهرمونات (Hormones)

الهرمون Hormones

التصنيف الكيميائي للهرمونات

وظائف الهرمونات

اماكن عمل الهرمونات

- كيف يعمل الهرمون

- انواع عمل الهرمونات

- الهرمونات الموضعية Local

- الهرمونات العامة

- العوامل المساعدة في افراز الغدد الصماء

ومستوى الهرمونات في الدم

تصنيف الهرمونات

الخصائص العامة للهرمونات

الغدد في الجسم Gland in Human Body

اولا- (الغدد الصماء (اللاقنوية) Endocrine داخلي

ثانيا - (الغدد الصماء القنوية) : Exocrine خارجي

ثالثا- الغدد المشتركة ( endo - exo crine )

أهم الغدد الصماء في الجسم

اولا- الغدة النخامية ( pituitary Gland )

ثانيا- الغدتان الكظرية Adrenal Gland :

ثالثا - الغدة الدرقية Thy roid

رابعا- الغدد جارات الدرقية Parathyroid Glands

خامسا- غدة البنكرياس Pancreas

سادسا- المناسل Gonads

سابعاً - الغدة الزعترية Tymus Gland

ثامنا- الغده الصنوبريه Pineal Gland  
تاسعا- بطانة المعدة والامعاء Mucosa of Stomach and

Intestine

عاشرا- الكلتيان Kidney

الحادي عشر- هرمون القلب

المبحث الثاني

الانزيمات

تكوين الانزيمات

وظائف الانزيمات

آلية عمل الانزيمات

خواص الانزيمات

انواع الانزيمات

العوامل التي تؤثر على عمل الانزيمات

النشاط الرياضي والانزيمات

## المؤلفه في سطور

- الاستاذ الدكتور سميعة خليل محمد امين  
اختصاص تأهيل اصابات رياضية  
حاصله عل شهادة الدكتوراه بمرتبة الشرف من الاتحاد السوفيتي  
عام ١٩٨٣
- عملت رئيسه لقسم العلاج الطبيعي / المركز التخصصي للطب  
الرياضي ١٩٨٤ - ١٩٨٧
- عملت تدريسيه في جامعة بغداد / كلية التربية الرياضية منذ عام  
١٩٨٧ ولحد الان .
- درست في كليات التربية الرياضية جامعة بغداد وكلية التربية  
الخاصه وكلية التربية الرياضية جامعة السليمانية ( دكتوراه ,  
ماجستير , اوليه )
- درست المواد ( الطب الرياضي , الرياضة العلاجيه , الفسيولوجيا  
الرياضيه , التربية الصحيه , تأهيل ومعينات المعوقين )
- عملت في اللجان العلميه والدراسات العليا .
- عضوة لجنة الترقيات المركزيه لجامعة بغداد للسنوات ( ٢٠٠٢ -  
٢٠٠٣ - ٢٠٠٤ )
- رشحت الاستاذ الاول في كلية التربية الرياضية / بنات ٢٠٠٦
- رشحت لافضل نتاج ثقافي في كلية التربية الرياضية / بنات ٢٠٠٦
- رشحت من قبل جامعة بغداد لنيل جائزة عويس الثقافيه عام  
٢٠٠٦
- عضوة الاكاديميه الرياضيه العراقيه ولها محاضرات ومقالات عده  
منشره على الموقع .
- اشرفت على اكثر من ( ٥٠ ) اطروحه ورسالة ماجستير في مجال  
التخصص .
- نشرت مايقارب ( ٢٥ ) بحثا في مجال التخصص .
- شاركت في عدة مؤتمرات قطريه وعربيه وعالميه .
- صدر للمؤلفه الكتب التاليه ( الرياضة العلاجيه ١٩٩٠ , الاصابات  
الرياضيه ٢٠٠٥ , التربية الصحيه للرياضيين ٢٠٠٦ )