بسم الله الرحمن الرحيم

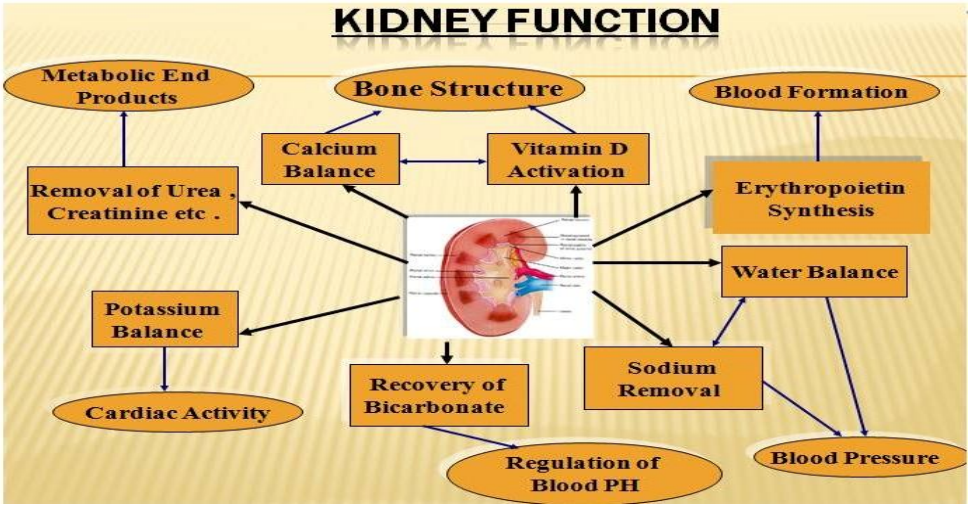
الكلى الصناعية

بداية السؤال عن ما تعرفونه عن جهاز غسيل الكلى؟

- عبارة عن مضخه لسحب الدم ويتم فلتره الدم عن طريق الديلزات ويخرج ف الدران
- جهاز بديل عن الكلية يقوم بتقليل نسبة حمض البول و الاملاح في الدم و الماء.

يجب ان نعلم بداية كيف تعمل الكلية كي نعرف ما يقوم به جهاز غسيل الكلى وما لا يستطيع القيام به.

وظائف الكلية كي ندرك نعم الله علينا التي لا تحصى ولا تعد:



1- الوظيفة الاولى للكلية وهو انها تلعب دورا هاما في تركيب العظام وذلك من خلال تحفيز فيتامين D وكذلك الحفاظ على اتزان الكالسيوم.
اذن هذه وظيفة تقوم بها وهي وظيفة مهمة جدا لذا حينما يصاب الشخص بالفشل الكلوي سوف يكون لدية هشاشة عظام.

2- الوظيفة الثانية وهي تشكيل كريات الدم من خلال افراز تصنيع بروتين Erythropoietin .
الذي بدورة يحفز نخاع العظم على انتاج كريات الدم بالتالي مريض الفشل الكلوي لدي انيميا او ما يعرف بفقر الدم.

3- الوظيفة الثالثة تنظيم ضغط الدم وذلك من خلال تنظيم كمية الماء بالجسم وكذلك ازالة الصوديوم الزائد عن حاجة الجسم.
لذلك مريض الفشل الكلوي لدية مشاكل في ضغط الدم لا يتم السيطرة عليها الا بالادوية

4- الوظيفة الرابعة وهي الحفاظ على درجة الحموضة للدم ولكن كيف يا ترى يتم ذلك؟
كما تعلمون بان ثاني اكسيد الكربون يتم التخلص منه بطريقتين هما عن طريق الرئة بالجهاز التنفسي والطريقة الاخرى عن طريق الكلية $CO_2+H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow +H+ HCO_3$.
من خلال هذه المعادلة حيث يتحد ثاني اكسيد الكربون مع الماء مكونا ايون الهيدروجين وايونات البايكربونات حيث كما تعلمون بان درجة الحموضة $PH = \log [+H]$. بالتالي الكلية بهذه الطريقة تنظم درجة الحموضة

5- الوظيفة الخامسة للكلية تنظيم نشاط عضلة القلب من خلال الحفاظ على اتزان البوتاسيوم
كما تعلمون كذلك بان البوتاسيوم في عضلة القلب يلعب دورا اساسيا في ما يعرف ب ACTION POTENTIAL

مفهوم action potential ؟

هو عبارة عن فرق الجهد الناتج من حركة الصوديوم والبوتاسيوم ما بين داخل الخلية وخارجها.

وهو فعليا ما نعرفه باسم التيار الايوني في الجسم و مريض الفشل الكلوي لدية مشاكل بعضلة القلب نتيجة الفشل الكلوي

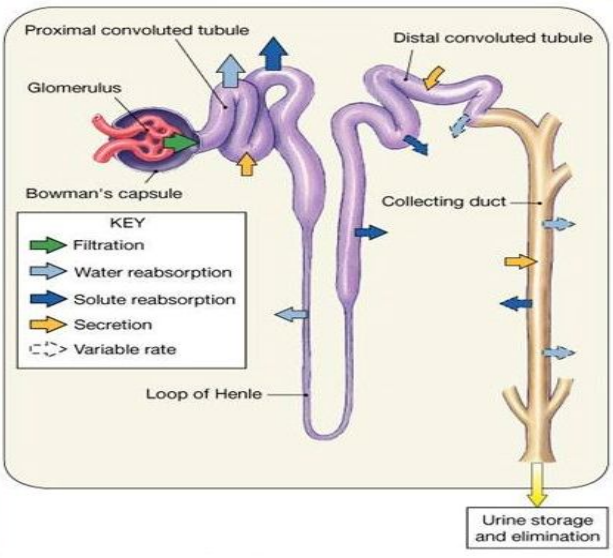
توضيح اكثر للمفهوم action potential ؟

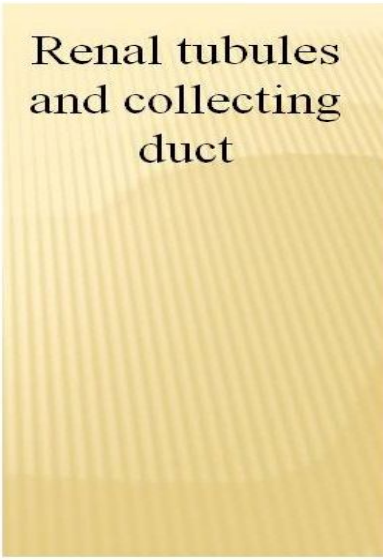
كما نعلم بان الخلية بالجسم يوجد داخلها وخارجها ايونات من الصوديوم والبوتاسيوم والكلور وغيرها من الايونات لكن ايونات الصوديوم خارج الخلية تركيزها اعلى من داخل الخلية والبوتاسيوم العكس داخل الخلية اعلى من خارجها لذلك حينما تاتي اشارة تحفيز من الدماغ عبر الاعصاب سوف تفتح بوابات الصوديوم الموجودة على الغشاء السيتوبلازمي للخلية وتدخل ايونات الصوديوم للداخل وهذه الحركة نسميها. وبعد ذلك تفتح بوابات البوتاسيوم وتتدفق ايونات البوتاسيوم للخارج وهنا نسمى هذه المرحلةrepolarization واخيرا تعود ايونات الصوديوم لما كانت عليه قبل التحفيز وكذلك ايونات البوتاسيوم وهذه مرحلة .rest

action potential = depolarization + re polarization + rest

6- والوظيفة السادسة للكلية هي التخلص من نواتج عمليات الايض والسموم .
فعليا كل التطور التكنولوجي المبهر لغاية الان لم يستطيع الا القيام بعملية التخلص من نواتج عملية الايض والسموم وجزء بسيط من تنظيم الاتزان للمواد بالجسم .

دعونا الان ننتقل لكيفية تشكل اليورن





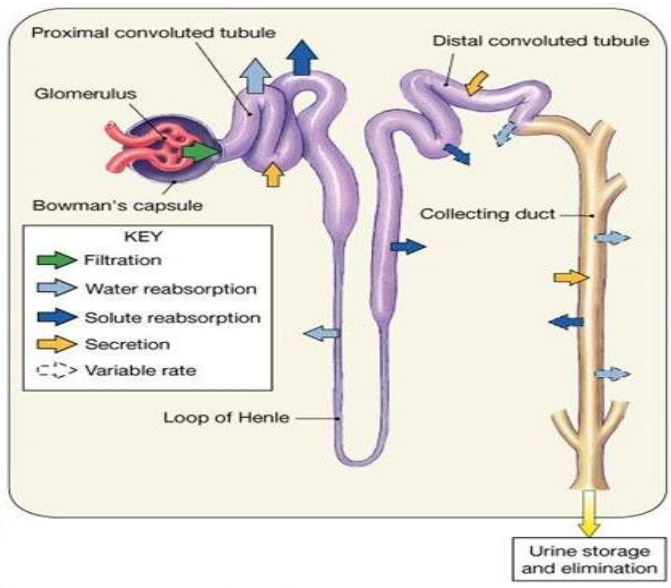
في هذه السلايد يتضح لنا بان اليورن يتشكل من عملية فلترة كل من اليوريا والماء والسكر والاملاح وخمض اليورك.

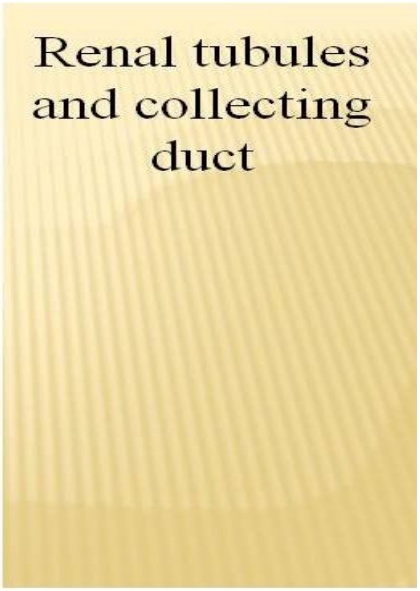
ولكن السؤال لماذا هناك كلمات مكتوبة بالوان مختلفه ؟

هذا بسبب ان المواد المكتوبة باللون الاسود يعاد امتصاصها من قبل الكلية اما التي باللون الاخر تطرح خارج الجسم ولا يتم اعادة امتصاصها ,
urea , cratnine uric acid تطرح خارج الجسم ولا يتم اعادة امتصاصها بتاتا . ولكن ما هو الجزء داخل الكلية الذي يقوم بعملية الفلترة واعادة الامتصاص انه الجزء الهام الذي وهبنا الله اياه وهو النفرون وكي ندرك نعمة الله علينا يقدر عدد النفرونات في كل

كلية بمليون نفرون . والنفرون هو عبارة عن الوحدة الاساسية في الكلية والتي قمنا نحن بمحاولة تقليدها بما يسمى الفلتر المستخدم في عملية الغسيل الكلوي.
وكي اشاركم هذه المعلومة الرائعة فان الانسان يستخدم فقط 250 الف نفرون من المليون نفرون لذلك يجب ان تعلمو بان مرض الفشل الكلوي مرض صامت فحينما يتم استهلاك كامل النفرونات في هذه الحالة نسمي الشخص مصاب بالفشل الكلوي بشكل كامل وهذا يسمى ب chronic renal disease الفشل الكلوي المزمن .
اما الفشل الكلوي الناتج عن مثلا حوادث السير او تناول ادوية بشكل خاطئ acute renal disease

وهناك فحوصات تتم بالمختبر ومنها ممكن معرفة وضع الكلية وكذلك ممكن معرفة وضع الكلية من خلال تصوير الالتراساوند و تركيب هذا النفرون الذي يقوم بهذه العمليات الدقيقة جدا.





قبل ان اخوض في تركيب النفرون يجب ان انوه لكم الى اسباب الفشل الكلوي واتمنى منكم نشر ثقافة الحفاظ على الكلية .

اولا :ارتفاع ضغط الدم

ثانيا :السكري والذي يؤدي الى ضرب عضوين هامين بالجسم وهما الكلية وكذلك شبكية العين

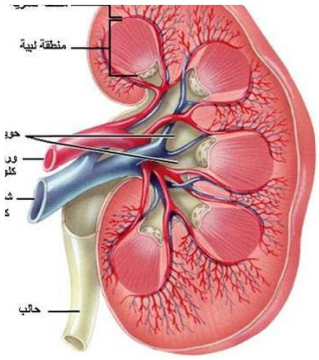
ثالثا : هناك حالات خلقية تكون لديها حجم الكلية لا يكبر مهما تقدم بالعمر لذلك فانها لن تستطيع القيام بما هو مطلوب منها خلال التقدم بالعمر

وهناك اسباب اخرى لها علاقة بالوراثة

تركيب النفرون

النفرون يتكون من خمسة اجزاء هامة جدا.

الجزء الاول: يسمى Renal Corpuscle والذي يتكون من محفظة بومان التي تحيط بداخلها الكبة وهي تجمع من الشعيرات الدموية حيث يجب ان نعلم بان القلب يضخ في الدقيقة الواحدة كمية من الدم تقدر ب 5 وربع لتر من الدم 25 % من هذه الكمية تذهب الى الكلية وتدخل بداخل الكبة المحيط بها محفظة بومان وتقوم بفلترة الدم وتنقيته من الماء ونواتج عملية الايض والاملاح الزائدة عن حاجة الجسم .



a- A zime

كيف تقوم بذلك

فعليا لو دخلنا بشكل ادق لتركيبها اقصد الكلية لوجدنا انها تتشكل من ثقوب صغيرة جدا جدا تسمح فقط لمواد معينة بعبورها ولا تسمح لمكونات الدم بالخروج

وبالتالى تخيل كم سيكون حجم هذه الثقوب كي تمنع مكونات الدم من الخروج .

وهذا فعليا ما قامت به الشركات الطبية حينما صنعت الفلاتر التي تستخدمها بتنقية الدم في ماكنات غسيل الكلى , ولا تسمح للبلازما بالترشيح لانه البلازما تشتمل على بروتينات الدم وتملك شحنات تمنعها من المرور .

الجزء الوحيد الذي تحدث فيه الفلترة فقط هو renal corpuscles .

نحن قلنا يوجد كبة وهي تجمع من الشعيرات الدموية وحول هذه الكبة محفظة بومان وللعلم المواد التي تم ترشيحها من الكلبة تتجة وتتجمع في محفظة بومان.

الجزء الثاني : الانابيب الملتوية القريبة proximal convoluted tubal .

في الانابيب الملتوية القربية يتم اعادة امتصاص 65% من المواد التي تم ترشيحها من الماء والصوديوم

الجزء الثالث: انبوب هينل

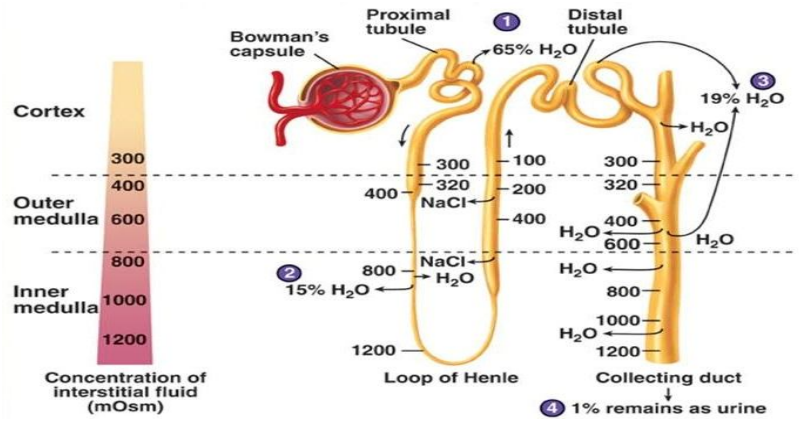
انبوب هينل تركيبة ملائم لوظيفته حيث كما تلاحظون بالصورة بانه يوجد فيه جزء رفيع يقوم باعادة امتصاص الماء لان الاغشية المكونة له تسمح فقط باعادة امتصاص الماء اما الجزء السميك من انبوب هينل فانه فقط يقوم باعادة امتصاص ايونات الصوديوم لان تركيب غشائها يسمح لايونات الصودروم فقط ولا يسمح للماء

. الجزء الرابع : الانابيب الملتوية البعيدة وقنوات التجميع تقوم باعادة امتصاص الماء والاملاح ولكن من خلال تحكم هرموني

وبهذا الشكل نكون تعرفنا على تركيب النفرون ووظيفته .

ويجب ان نعلم بان الفلاتر المستخدمة في ماكنة غسيل الكلى لا تقوم الا بجزء واحد فقط وهو الفلترة ولا تقوم باعادة الامتصاص كما يقوم بها النفرون

هذه صورة مهمة جدا تلخص ما شرحناه



ما هي العوامل التي تحدد معدل الترشيح في renal corpuscle :

Glomerular filtration

Factors that determining the glomerular filterability:-

1. Molecular weight
2. Charges of the molecule

www.manaraa.com

هناك عاملان مهمان وهما شحنة الجزئ هل هي موجبة او سالبة وكذلك الوزن الجزيئي .

قلت لكم بانه يوجد ثقوب صغيرة من خلالها تتم الفلترة وهذه الثقوب تملك شحنات وحجم معين في حال كانت شحنة المواد المراد فلترتها مشابة لشحن الثقوب سوف تتافر مما يسهل التخلص من الجزئ في حين في حال مخالفة الشحنات سوف تنجذب ولن يتم فلترتها , اضافة الى الوزن الجزيئي حيث كلما زاد لا يمكن خروجة بسبب حجم الثقوب .

هذا الجدول يظهر لكم الوزن الجزيئي ونسبة الفلترة حيث نلاخظ بان اليوريا الوزن الجزيئي لها 60 دالتون ويتم ترشيحها نسبة 100% في حين كلما زاد الوزن الجزئي قلت نسبة الفلترة
لكن يجب ان تعلمو بان نسبة فلترة الجلولكوز 100% لكن يتم اعادة امتصاصها بنسبة 100% .

Filterability of plasma constituents vs. water

Constituent	Mol. Wt.	Filtration ratio
Urea	60	1.00
Glucose	180	1.00
Inulin	5,500	1.00
Myoglobin	17,000	0.75
Hemoglobin	64,000	0.03
Serum albumin	69,000	0.01

وبالتالى يجب ان نصحح مفهوم غسيل الكلى انما الجهاز يسمى جهاز تقنية الدم وحينما نقول Hemodialysis هي عبارة عن كلمتين هما Hemo كلمة لاتينية تعني الدم اما dialysis فهي تعني الديلزة او الدهلزة , فنحن نسمع كلمة فلان يدهلز على فلان بمعنى يتحايل عليه تحايل وكذلك هو الحال في ماكنة غسيل وتنقية الدم نحن نتحايل على الدم باساليب مشابه لما يقوم به النفرون من الفلترة .

وقد ذكرنا سابقا وظائف الكلية لكن ماذا عن وظائف ماكينة غسيل الدم؟

- تنقية الدم من السموم فقط لا يعمل كل وظائف الكلية
- ما هو تعريف السموم؟ تنقيه الدم من نواتج عمليه الايض لأعضاء الجسم .
- التخلص من السوائل الزائده في الجسم

تلخيص وظيفة ماكينة غسيل الكلى بمايلي:

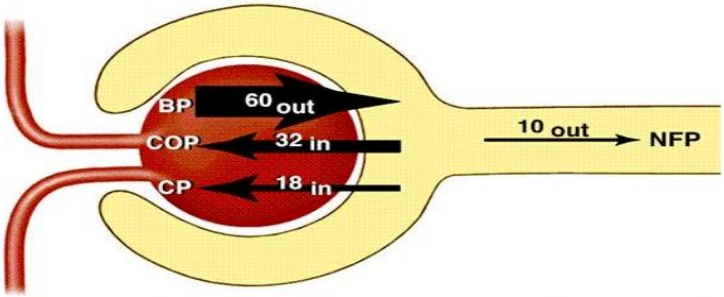
1- تنقية الدم من نواتج عملية الايض

2- تنظيم حاجة الجسم لكل من الماء والايونات

ولكن كيف يا ترى ممكن ان نقوم بتنقية الدم من نواتج عملية الايض ؟ بمعنى اخر ما هي الظاهرة الفيزيائية ؟
لكن ماكنة غسيل الكلى كيف تقوم بذلك؟

كي نجيب على هذا السؤال دعونا ننظر الى

هذة الصورة



Capillary blood pressure (BP) 60 mmHg out

Net filtration pressure (NFP) 10 mmHg out

هذا الجزء يمثل الجزء الاول في النفرون .... بالصورة يظهر لديكم ثلاث انواع من الضغوط مشار اليها بالاسهم وقيم رقمية

الضغط الاول ناتج عن تدفق الدم داخل الكبة (التجمع من الشعيرات الدموية) ونتيجة تدفق الدم سوف يتولد لدينا ضغط نسمية ضغط الدم ويقدر هذا الضغط بمقدار 60 ملم زئبق .

وكذلك نحن نعلم بان الدم يشتمل على البلازما والبلازما تشتمل على بروتينات الدم وهذه البروتينات تحدث ضغط اخر يسمى colloid somatic pressure ويقدر مقدار الضغط الناتج عن بروتينات الدم ب 32 ملم زئبق واتجاه تاثيره معاكس لاتجاه ضغط الدم.

وكما قلنا بان محفظة بومان تحوي بداخلها الكبة ولكن هناك فراغ ما بين محفظة بومان والكبة وهذا الفراغ فيه ضغط يسمى capsular pressure واتجاه بنفس اتجاه ضغط بروتينات الدم ويقدر مقدار هذا الضغط ب 18 ملم زئبق

محفظة بومان هو الغلاف المحيط بالكلية. وهو الغلاف الابيض

بالتالي لو جمعنا هذه الضغوط بناء على اتجاها سنجد محصلة الضغوط = 60- 32-18 =10 ملم زئبق

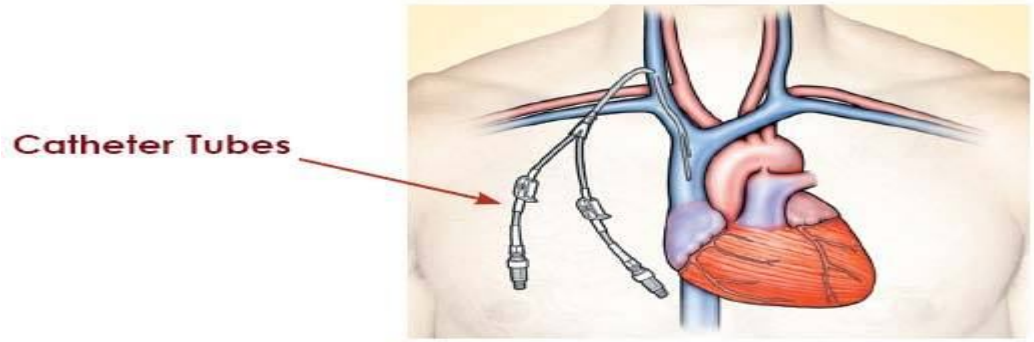
هذا المقدار من الضغط هو الذي يحدث عملية الفلترة

هل اتضحت لديكم الفكرة ؟

في عملية الفلترة لدينا تخلص من الماء ونواتج عملية الايض والكمية الزائدة من الايونات لكن التخلص من الماء الزائد يتبع خاصية فيزيائية تسمى الترشيح filtration والتي تعتمد على انتقال الماء من المنطقة الاعلى تركيز للماء الى الاقل تركيز للماء لكن عملية التخلص من نواتج عملية الايض والايونات يتبع خاصية فيزيائية اخرى مختلفة تسمى الانتشار diffusion والتي تعتمد على انتقال المواد الذائبة من منطقة التركيز المرتفع الى منطقة الاقل تركيز .

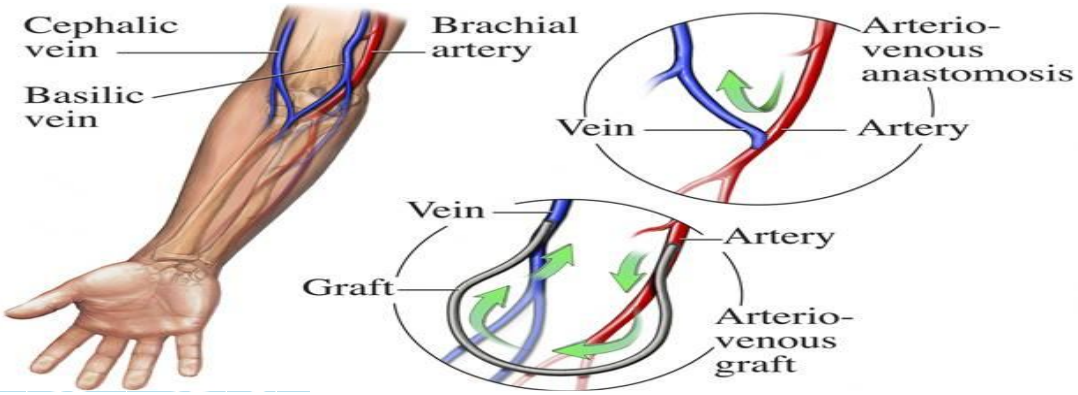
الية سحب الدم من المريض باتجاه ماكنة غسيل الكلى

اولا : حينما يبدا مريض الفشل الكلوي عملية الغسيل يتم سحب الدم مباشرة من القلب عن طريق وصلة تسمى catheter



هذه الوصلة تسمى catheter وهي عبارة عن وصلة توصل مباشرة على عضلة القلب وتحتوي على خط سحب وخط رجوع .

ولكن هذه الوصلة مؤقته وليست دائمة لحين عمل وصلة اخرى .
لكن هذا النوع من الوصلات يمتاز بامكانية سحب كمية كبيرة من الدم وكفاءة جلسة الغسيل تكون ممتازه بعد ذلك يقوم طبيب الاوعية الدموية والقلب بعمل وصلة اخرى في الذراع تسمى fistula , يتم عمل فحص لكل من الاوردة والشرايين والنظر لامكانية وصل شريان مع وريد كي نزيد من معدل تدفق الدم اما هذة الوصله فهى دائمة .



لاحظو هذه الصورة تجدون انه في حال وصل شريان مع ورد بشكل مباشر كما هو في الصورة العلوية تسمى هذه الوصلة Fistula

اما في حال عدم الامكانية بوصلهم مباشرة يتم اضافة وصلة على شكل حرف U في طرف منها يشبك الشريان والطرف الاخر الوريد وتسمى هذه الوصلة Graft في عملية تنقية الدم لا يهمنا الا عملية تنقية الدم وزيادة معدل تدفق الدم للفلتر يستخدم لانه لا يمكن شبك الشرايين والاوردة بشكل مباشر بسبب مشاكل متعلقة بالاوردة والشرايين .

وبالتالى نحن يجب ان نوفر وصلة تمكننا من سحب الدم من داخل جسم الانسان الى ماكنة غسيل الكلى .

طالما شبكنا شريان مع وريد لا يوجد فعليا شريان ووريد لانهم اصبحو وصلة وحده .. انما تسمعون التمريض يقول نسحب من الشريان ونعيد الدم للوريد هذا ليس صحيح انما هو محاولة للتمييز بين الدم المسحوب من الجسم والعائد للجسم فقط .
لانه كي تستطيع استخدام وصلة fistula or graft يجب ان تنضج هذه الوصلات وعادة تاخذ من 3- 4 اسابيع كي تصبح جاهزة للاستخدام واثناء هذه الفترة يجب ان يكون لدينا وصلة للسحب وهي وصلة catheter .

هكذا تكون وصلة catheter و يقصد بالنضوج التئام مكان العملية التي تم اجرائها لوصل الشريان مع الوريد في وصلة القلب لا نشبك شريان مع وريد انما يتم السحب من وريد يسمى jugular vein .

الان جاء مريض الفشل الكلوي لقسم غسيل الكلى اول خطوة نقوم بها هي وزن المريض .

لنفرض انه لدينا مريض وزنه الطبيعي قبل الفشل الكلوي 60 كغم وحينما جاء للجلسة تم قياس وزنه فكان 65 كغم

اذن في هذه الحالة يجب ان نسحب كمية هي 65-60= 5 كغم

5كغم يجب ان يسحبها الجهاز من دم المريض على فترة زمنية تقدر ب 3 ساعات او 4 ساعات

البعض منكم سيسال من اين جاءت 5كغم ؟ هذة ليست فقط الفضلات انما كذلك كمية الماء والايونات الزائدة عن حاجة جسم

الانسان السليم كليتاه تقوم بتنقية الدم في اليوم 36 مره باليوم لكن مريض الفشل الكلوي يتم تنقية دمه 3 مرات بالاسبوع

هل تخيليتم النعمة التي نملكها ومقصرين بحمد الله عليها .

ويتم حساب الدم على طول فترة الجلسة كي تنقيها من الوزن المطلوب .. لانة زيادة بالوزن يؤثر على عمل عضلة القلب والله حالهم مؤلم مريض الفشل الكلوي يتم اعطائة برنامج غذائي معين ممنوع ان يتجاوزه .

" مثل كمية من الاسماك بمقدار محدد وكمية من الفواكه محددة وليس كما يشاء "

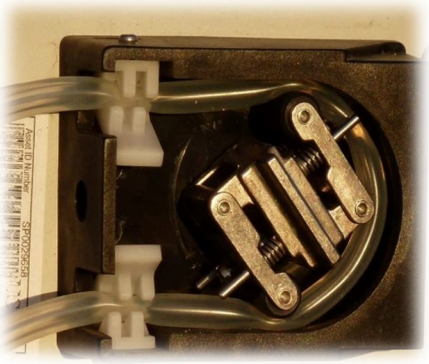
الان اتضح لدينا امرين الاول نوع الوصلة التي سوف نقوم بسحب الدم من خلالها وبارساله للفلتر والامر الثاني مقدار الوزن اللازم سحبة من الجسم .

ملحوظة :

اكثر مرض يخشى منه هو فيروس الكبد الوبائي لذلك يتم وضع ماكينات مخصصة لمرضى فيروس الكبد الوبائي ولا يغسل عليها المرضى الاخرين

سحب الدم من يد المريض

يجب ان يكون لدينا مضخة للسحب , لكن كم مقدار السحب و لا علاقة لنبضات القلب بكمية السحب
هذه الصورة تمثل شكل المضخة المستخدمة لسحب الدم .



نسميها peristaltic pump

نلاحظ داخل المضخة انبوب بلاستيكي ملفوف حول راس المضخة وقد اختير هذا النوع من المضخات دون غيرها من المضخات لاننا نريد مضخة تسحب كميات محدودة ومضبوطة وكذلك لا تقوم بتكسير مكونات الدم .

اما معدل السحب في المضخة فهو من 100- 450 مل لكل دقيقة . وعادة معدل السحب من المريض يعتمد على نوع الوصلة هل هي " fistula or graft catheter " و سرعة السحب تتراوح من صفر الى 450 مل لكل دقيقة .

وهذة المضخة من نوع DC

يا ترى اي نوع من الوصلات ممكن نسحب منه كمية اكبر !

يتم سحب الدم من المريض كل دقيقة كمية محددة ونرسل هذه الكمية للفلتر وعادة معدل السحب من المريض يعتمد على نوع الوصلة هل هي " fistula or graft catheter "

بالتالي انت واصل الى المنبع وليس الفرع كما هو الحال في الاطراف , اما fistula & graft تكون كمية السحب اقل .

لماذا لا يتم سحب كمية اكبر من 420 مل \ دقيقة ؟

- لماذا لا يتم سحب لتر او نصف لتر !
- وهل المريض مستمتع بالجلسة الطويلة ؟
- اليس القلب يتكرم على الكليتين ب25% من 5 وربع اللتر !

- لماذا لا يتم سحب نفس المقدار المبعوث للكليتين !
- اين سنسحب الدم اليس الى خارج الجسم!
- ماذا لو تجلط الدم في انابيب السحب هل نستطيع اعادته للجسم!

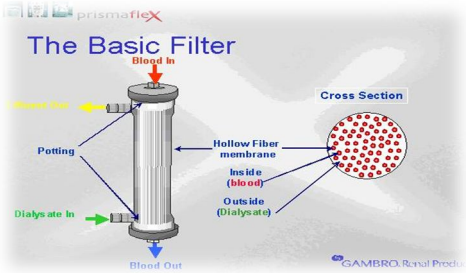
لابد ان نعلم جيدا ان المريض سوف يخسر هذه الكمية من الدم وكما قلنا سابقا بان مريض الفشل الكلوي اصلا الكلية لدية لا تستطيع افراز هرمون Erythropoietin بالتالي لن يحفز نخاع العظم لانتاج كريات الدم لذلك يتم اعطائة ادوية لتحفيز نخاع العظم وبناءا علية يضاف مادة مانعه للتجلط .

الان تم تحديد الوزن المراد التخلص منه وادخلنا هذا الوزن على الماكينة وكذلك معدل سحب الدم لنفرض 300 مل لكل دقيقة

وكي لا يتجلط الدم يتم اضافه مادة الهيبارين التي تمنع تجلط الدم وبعد ذلك تدفع هذه الكمية للفلتر .

مما يصنع هذا الفلتر ؟

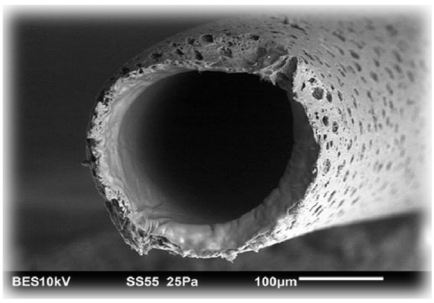
بداية تم تصنيع الفلتر من مادة السليلوز ولكن هذه المادة احدثت مشاكل في الدم لذلك اصبح الفلتر مصنع من مادة السليلوز المعدل واخيرا اصبح الان يصنع من المبلمرات .



الصورة المرفقه تشتمل على شكل الفلتر والذي نلاحظ بانه له اربع فتحات .

فتحتان للدم و2 لمحلول الغسيل .

تركيب الفلتر فعليا يوجد بداخلة
الياف يبلغ عددها من 13 الف الى 27 الف ليف تقريبا
وفعليا سمك شعركم اكبر من سمك الليف الواحد
الصورة تمثل الالياف



هذه الصورة صورة ليف تحت المجهر قطرة 100 ميكرومتر

تلاحظون في جوانبه ثقوب هذه الثقوب عبارة عن تقليد للثقوب الموجودة في اغشية الاوعية الدموية في الكلية .

لماذا لا يكون عدد هذه الالياف داخل الفلتر 250 الف ليف بدلا من العدد الذي ذكرناه ؟

السبب هو لو حاولنا ان نجعل العدد 250 الف فعليا سنحتاج لكمية دم اكبر كي نسحبها خارج الجسم وسوف نتعرض لمشاكل وهو هبوط ضغط دم المريض وممكن يحدث تجلط للدم مما يدفعنا لخسارته .

بعض روابط للتوضيح

https://www.youtube.com/watch?v=leDdwz7uEwI
https://www.youtube.com/watch?v=-rT3Qmwoupg

بعد ان تم التعرف على مقدار الكمية اللازم سحبها من المريض بناء على معرفة وزنه السابق والحالي واخذ الفرق بينهم لمعرفة الكمية اللازم سحبها من المريض يتم تسمية الوزن اللازم ازالته من المريض Target weight loss .

و زمن الجلسة يسمى while the session time

ماذا لو تم قسمه الوزن اللازم سحبه على زمن الجلسة على ماذا سنحصل؟

معدل السحب نسمية rate UF: Ultrafiltration
معدل الترشيح (Ultra filtration rate) هو عبارة عن كمية السوائل التي يتم سحبها من الدم وطرحها خارج الجسم

UF rate = Target weight loss/ session time

مثلا لو قلنا اننا نريد سحب 5 كغم من السوائل في زمن مقدارة 4 ساعات

= 1.25 لتر لكل ساعه

لو اردنا نحسبها في الدقيقة

20.8 مل / دقيقة

للتبسيط

لو سحبنا دم من المريض بمقدار 300 مل / دقيقة اذن فانه سوف نسحب من هذا الدم مقدار 20.8 مل سوائل ونطرحها خارج الجسم

هل 20.8 ثابته ؟
لا ليست ثابته انما يتحكم فيها زمن الجلسة بحيث لو كانت الجلسة 3 ساعات بدلا من 4 ستزيد معد ل الترشيح .

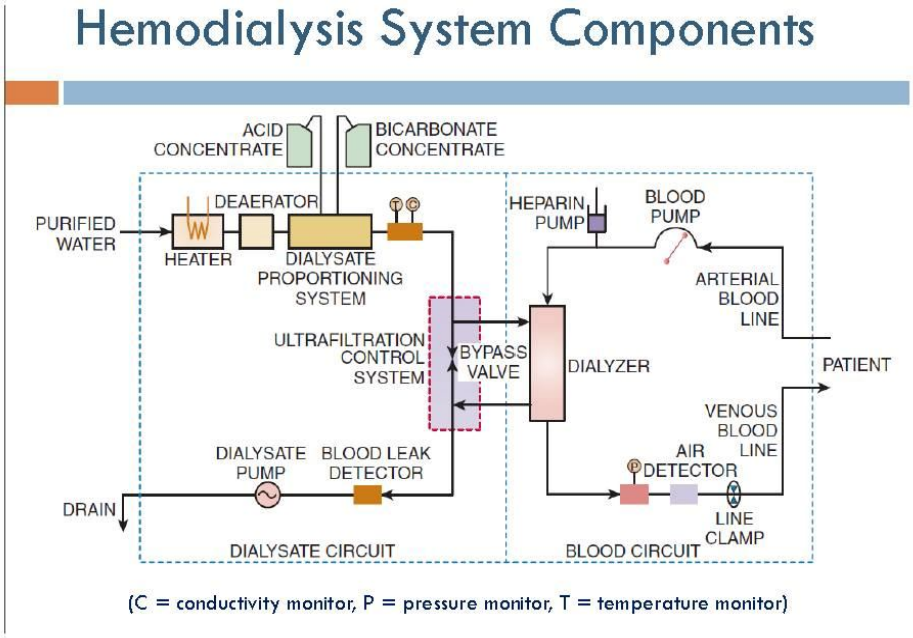
وكذلك لو زاد وزن المريض ستزيد والعكس صحيح

زمن الجلسة وعدد الجلسات في الاسبوع ثابت لكل مريض

---

www.manaraa.com

المخطط يوضح بانه يوجد حلقتان حلقة مختصه بالدم وحلقة اخرى خاصة بمحلول الغسيل



الحلقة الاولى : حلقة الدم تبدا من مكان سحب الدم من المريض سواء من اليد او من الرقبة كما هو الحال في الجلسات الاولى من الغسيل .

نحتاج لسحب الدم من المريض الى استخدام مضخة وهذه المضخة عرضناها في اللقاء الماضي وقلنا بان نوعها prestaltic pump القلب لكن الوصلة تدخل من الرقبة باتجاه القلب .

Patient ------ blood pump ------ heparin pump ------ dialyzer------air bubbles detector ----- patient

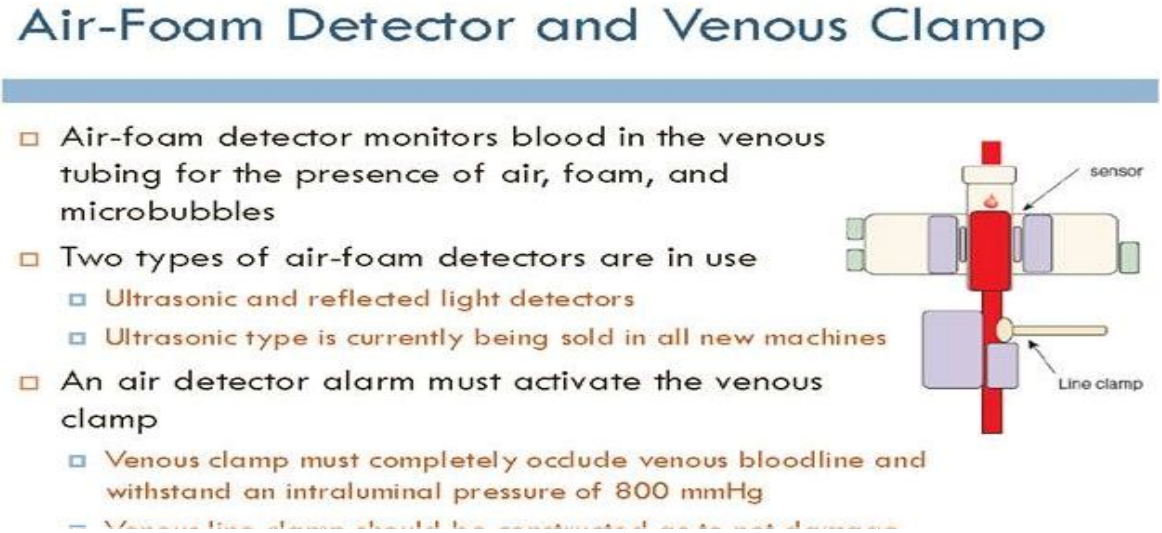
اذن حلقة المريض تتمثل في الخطوات التي قمت بكتابتها حيث نسحب الدم بالمضخة وثم نضيف مادة الهيبارين منعا لتجلط الدم وثم ندخل الدم الى داخل الالياف التي شرحناها اللقاء الماضي

لكن يجب ان تعلم بانه يجب ان نقوم بفحص الدم العائد من الفلتر قبل رجوعه للمريض من خلوه من فقاعات الهواء ,

لذا يلزمنا تقنية تقوم على اكتشاف وجود فقاعات صغيرة جدا من الهواء في الدم الراجع حماية للمريض .

مع العلم بأن فقاعة الهواء مهما كانت صغيرة فانها يمكن ان تغلق شريان يغذي الدماغ او اي عضو بالجسم مما يؤدي الى قتله

لذلك يلزمنا استخدام مجس ضوئي او فوق سمعي قبل التخلص منها دعونا نتعرف على تقنيات الكشف عنها .



هناك تقنية تستخدم في فريزينيس وهو استخدام مجس فوق سمعي Sensor ultrasound denser

بحيث يتم اطلاق موجات فوق سمعية تخترق الدم ففي حال عدم وجود فقاعات من الهواء سوف تصل الى المستقبل الفوق سمعي بقوة معينة تشير الى عدم وجود فقاعات من الهواء اما في حال وجود فقاعات فانها ستضعف وتصل الى المستقبل بمقدار اضعف من السابق

وفي حال تم الكشف سوف يعطي الجهاز امر الى جزء يسمى clamp ويغلق المسار ولا يسمح للدم بالرجوع للمريض وكذلك سوف يعطي الجهاز انذار صوتي .

لكن هناك شركات اخرى مثل بي براون تقوم بالكشف عن وجود فقاعات الهواء بطريقة ضوئية وليس موجات فوق سمعية

وبغض النظر عن تقنية القياس المهم انه يوجد نظام امان يراقب وجود او غياب فقاعات هواء في الدم العائد للمريض في حال الكشف عن وجود الفقاعات سوف يتم تفعيل clamp ويصبح مغلق بحيث يمنع مرور الدم للمريض ويستمر الانذار الصوتي باصدار الصوت لغاية حل هذه المشكلة ولغاية الان لم تقوم اي من الشركات الثلاث المشهورة في تصنيع اجهزة غسيل الكلى (فريزينيس , جامبرو , بي براون) بايجاد تقنية الكترونية تقوم بازالة فقاعات الهواء .

انما يكمن الحل في قيام التمريض بالضرب باصابعهم على حجرة القياس بهدف دفع فقاعات الهواء للاعلى ومن ثم احضار سيرنج وادخاله لحجرة القياس وسحب الهواء منه .

بالنسبة للهيبارين كيف يتم اضافته .؟ وكم المقدار اللازم اعطائة للمريض؟

وتقدر كمية الهيبارين اللازمة لكل مريض على حده بناء على فحوصات يتم عملها لكل مريض من خلال هذا الفحص يتم معرفة زمن التجلط لدم المريض وبناء عليه يتم تحديد مقدار جرعة الهيبارين اللازمة لكل مريض .

احيانا يعطى المريض مقدار اقل من المطلوب مما يؤدي الى حدوث تجلط للدم بالتالي المريض يخسر هذه الكمية من الدم

واحيانا اخرى يتم اعطاء كمية اكثر من المطلوب مما يعني انه سوف تنتهي الجلسة وحينما يتم ازالة الوصلات وابر السحب لن يستطيع الممرض السيطرة على تدفق الدم بالتالي سوف ينزف المريض .

وهذا حال اخر لفقدان الدم لذلك يجب ان يتم استخدام المضخات بالشكل الصحيح حيث ان برنامج المضخة يقوم باعطاء ثلثي الكمية المطلوبة اول ساعة من الجلسة ثم الثلث المتبقي من الكمية يقسم على بقية وقت الجلسة .

لكن احيانا ليست المشكلة في كمية الهيبارين المعطاة للمريض ومع ذلك يحدث تجلط للدم في الفلاتر لماذا برايكم؟

يجب العلم بان الفلاتر مصنعة من الياف لها شحنة سالبة والهيبارين له شحنة موجبة بالتالي حينما تضيفون للدم هيبارين جزء من هذا الهيبارين يذهب لمعادلة شحنة الفلتر وجزء اخر يمنع تجلط الدم بالتالي يجب ان يتم عمل ما يسمى priming for dialyzer قبل البدء بجلسة الغسيل بحيث يتم شبك الفلتر على الجهاز ويدخل اليه سلاين وهيبارين لهدفين

اولا معادلة شحنة الفلتر و ثانيا كي يتم طرد اي جزيئات صغيره موجودة داخل الالياف نتيجة عملية التصنيع .

عملية priming لها كمية محددة من الهيبارين والسلاين وسرعة تدفق 100 مل لكل دقيقة ولمدة ربع ساعه تقريبا .

أثناء تصنيع الفلاتر سوف تبقى مواد عالقة داخل الالياف المكونة للفلتر لذلك يجب ان نتخلص منها قبل ان ندخل دم المريض لهذه

الالياف . الكميات بالضبط تكون في operating manual

ما هو دور السلاين ؟

مادة تضاف كذلك للتنضيف الالياف .

ننتقل الان لحلقة محلول الغسيل

اولا لازم نعرف انه بلزمنا ماء ومواد ذائبة لتكوين المحلول .

نبدء بالماء كلنا يعلم بان الماء القادم للمستشفى يكون قادم من البلديات وهذا الماء فيه كلور وكربون وصوديوم وهذا الماء لا يصلح

www.manaraa.com

استخدامة هكذا لذا يجب ان نقوم بتنقيته لذلك يجب ان ندخلة الى وحدة تسمى(RO (Reverse Osmosis

في هذه الوحدة يتم تنقية الماء من كل شئ الكلور الذي لو سمح له بالدخول في عملية الغسيل فانه سوف يؤدي الى تكسير كريات الدم الحمراء و هذه الوحدة ضخمة في المشفى تعمل على تجهيز الماء اللازم ادخالة لماكينات غسيل الكلى .

اذن هذه الوحدة تزيل كل شي من الماء ويصبح خالي من الايونات وكانه مقطر ويتم قتل البكتريا المتواجدة في هذا الماء عن طريق وحدة يوجد بها اشعة فوق بنفسجية تقتل البكتيريا ومن ثم يوجد فلتر يقوم بازالة هذه البكتيريا المقتولة من الماء ومن ثم يصبح الماء جاهز لادخالة للماكنات لكن هذا الماء درجة حرارته ؟ وضغطه؟ يحتاج الى ضبط لذلك قبل دخولة للماكنة سوف نجد وحدات تنظم ضغط الماء الداخل للماكنة من خلال pressure regulator valve

اما درجة الحرارة فانها سوف يتم رفعها الى درجة الحرارة المطلوبة وهي غالبا 37 درجة مئوية اسبوعيا هناك فحوصات يتم عملها على وحدة تنقيى الماء ومن هذا الخزان يتم سحب الماء لحجرة اخرى يوجد فيها heater يقوم بتسخين الماء الى درجة الحرارة المطلوبة ولكن كما تعلمون اثناء التسخين سوف تنتج فقاعات من الهواء

كيف سيتم التخلص منها؟

يتم استخدام مضخة تسمى air degassing pump

هذه المضخة تعمل على سحب فقاعات الهواء وكذلك تساعد في سحب الهواء من حجرة التسخين ومكان الهواء الذي سحب يتم اضافة ماء .

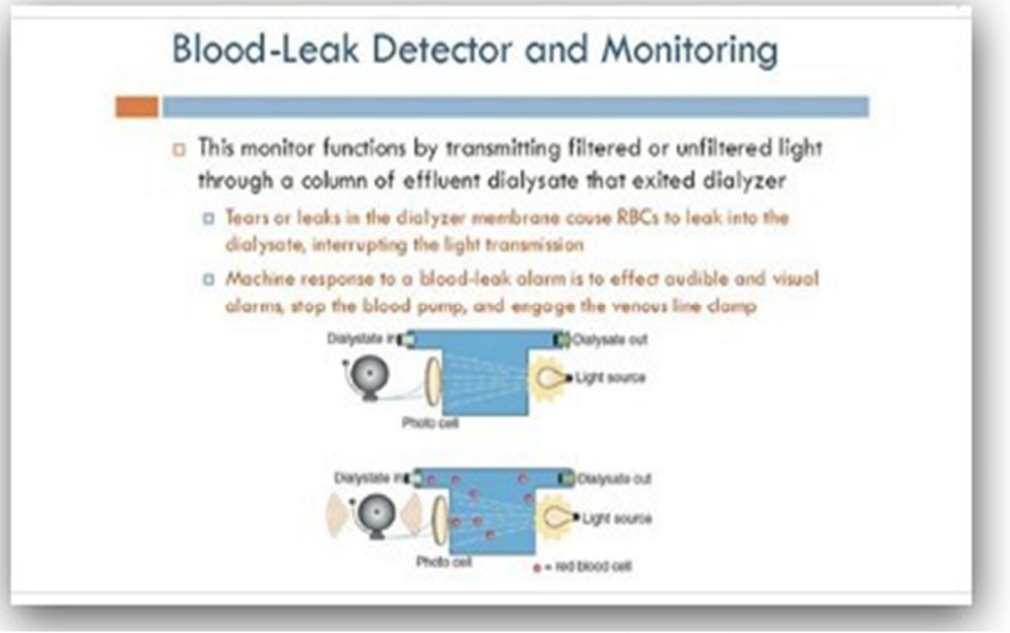
بعد ان اصبح الماء جاهز بتسخينة لدرجة الحرارة المطلوبة وازلنا فقاعات الهواء يتم ارساله الى حجرة الخلط , حجرة الخلط سوف يدخل اليها ثلاث اشياء ماء واسيتات وبايكروبونات , النسب من هذه الكميات يتم تحديدها كبرمجة لانه هناك مضخة سوف تسحب من الاسيتات ومضخة اخرى ستسحب من البايكربونات .

خلط هذه الامور مع بعضها سوف يعطينا تركيز نحن قمنا بتحديدة لما ضبطنا قيمة ما يسمى conductivity
و الموصلية ممكن تكون من 12- 16 ملي سيمنز لكل سم غالبا يتم المعايرة على mS/cm14 لكن بعد ان يصبح المحلول جاهز قبل ان نرسلة للفلتر يجب ان يخضع للفحص فيمر على مجس حراري يتاكد من درجة حرارته وعلى وحدة تسمى conductivity cell تتاكد من موصلية المحلول .

و في حال وجود خلل في اي منهم الحرارة او الموصلية لن يسمح للمحلول بالوصول للفلتر انما سوف يتم بعثه الى drain

من خلال تفعيل ما يسمى bypass .

احيانا يحدث تسرب للدم باتجاه محلول الغسيل ويذهب الى drain لذلك يوجد وحده تقوم بالكشف عن وجود تسرب بالدم في محلول الغسيل المبعوث باتجاه drain نسمي هذه الوحدة وحدة الكشف عن تسرب الدم blood leak detector



يتم في هذه الوحدة استخدام نظام ضوئي ففي حال عدم وجود دم في المحلول سوف تصل شدة الاضاءة للمستقبل بقيمة اكبر من لو كان في دم , كما هو موضح بالصورة المرفقة وسوف يتم اعطاء انذار في حال وجود تسريب .

لماذا يمكن ان يحدث تسريب مع العلم بان الدم لا يختلط بالمحلول كون الدم داخل الالياف والمحلول خارج الالياف محيط بها فقط

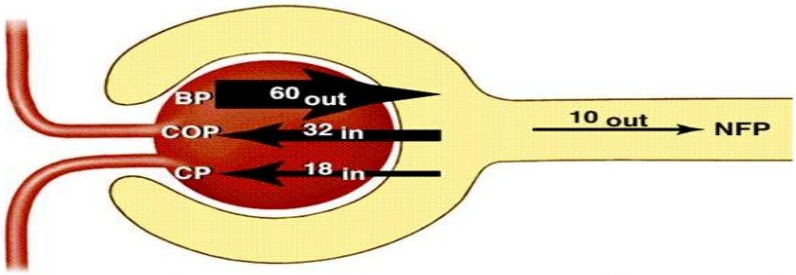
دعونا نفكر كالتالي

الا يمكن ان يكون في بعض الالياف فيها كسر وبالتالي بتسرب الدم من الليف باتجاه محلول الغسيل

هذا احد الاسباب

والسبب الاخر لانه حينما ندخل الدم على الليف سوف يحدث ضغط على جدران الليف من الداخل

اما محلول الغسيل فانه سوف يحدث ضغط على الليف من الخارج وفرق الضغط بين الداخل والخارج لليف سوف يولد ما يسمى TMP Transmembrane pressure وهذا الذي يؤدي لحدوث الفلترة .



Capillary blood pressure (BP)	60 mmHg out
Colloid osmotic pressure (COP)	− 32 mmHg in
Capsular pressure (CP)	− 18 mmHg in
Net filtration pressure (NFP)	10 mmHg out

ونحن فعليا نقوم بشي مشابه لهذه الفكرة بحيث نحدث ضغط داخل الليف وخارجه وفرق هذا الضغط هو الذي يسبب سحب وفلترة الماء و اذا زاد فرق الضغط عم حد معين سوف يتمزق الليف بالتالي يحدث تسريب

https://www.youtube.com/watch?v=fKlY2SKi_dk

رابط فيديو شرح الفلاتر

https://www.youtube.com/watch?v=Sy1MoXskcQk

للتذكرة :

تحدثنا عن دورتين :

1- دورة الدم ودورة محلول الغسيل

2- الدورة الدموية تبدا من مكان السحب دم الدم من جسم المريض

ومكان السحب قد يكون من منطقة الرقبة تبعا لوصلة catheter والتي تعرفنا عليها بانها تكون مرتبطة مباشرة بالقلب

وهي وصلة مؤقته لحين عمل وصلة دائمة او من الذراع يسحب بوصلة قد تكون شريان مع وريد تسمى fistula او شريان مع وريد من خلال وصلة تسمىgraft

السؤال : وسيلة سحب الدم من المريض للمضخة ما هي؟

لكن قبل الوصول للفلتر وقبل المضخة يجب ان نعلم بان هناك ابر السحب

ما سبب الاختلاف في احجامها ؟

MATCH NEEDLE GAUGE TO BLOOD FLOW RATE (BFR)	
Needle Gauge	Maximum BFR
17-gauge	< 300 mL/min
16-gauge	300-350 mL/min
15-gauge	350–450 mL/min
14-gauge	> 450 mL/min

المعلومات التى يمكن الحصول عليها من تلك الصور .

نحن نعلم بان الابر المستخدمة في السحب لها احجام مختلفه واحجامها تتراوح من G 17 G - 14

وكما ترون بان كل حجم يسحب بمعدل معين بحيث لو اردنا ان نسحب كمية من الدم اقل من 300 مل نستخدم g17

و الاسم العلمي ليس فستولا انما تسمى needle وعادة يستخدم في السحب والارجاع نفس حجم الابر

الوصلات ثلاث انواع هي graft , fistula , catheter .

نحن نريد ايصال معلومة هامة جدا وهي مسؤوليتكم التنبية اليها لمن يعمل في قسم غسيل الكلى كمهندس صيانه وهو انه يجب استخدام حجم الابرة المناسب لمعدل السحب

حيث انه لا يعقل استخدام ابرة G 17في سحب معدل تدفق دم اكثر من 300 مل لكل دقيقة , اذن يجب ان ننوه لمقدار السحب المسموح به تبعا لحجم ابرة السحب , لكن ماذا لو سحبنا 320مل لكل دقيقة باستخدام ابرة G17 G: refers to Gauge

هو مصطلح يستخدم للدلالة على حجم الابرة

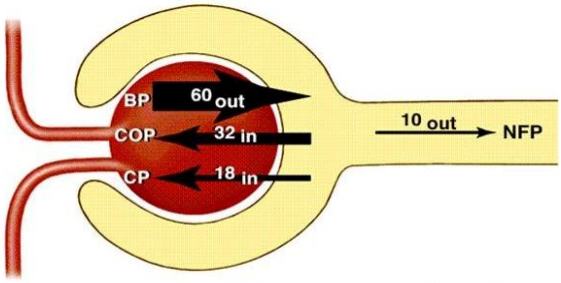
وتم دراسه تاثير حجم الابر على كفائة جلسة الغسيل وتاثيرها على وصلة المريض حيث وجد بان استخدام الحجم الغير ملائم من الابر لمعدل السحب يؤثر على كفائة الجلسة وكذلك يضر بوصلة المريض حيث يدخله بمشكلة تسمى recirculation

الان يجب ان نتعرف على مفهوم مهم جدا وهو TMP TMP :Transmembrane pressure

كما تعلمون باننا حينما نبعث الدم للفلتر يدخل الدم داخل الالياف المكونه للفلتر بينما محلول الغسيل يكون حول الالياف .

اذن سوف نستنتج من ذلك بان الدم سوف يحدث ضغط على الالياف ومحلول الغسيل سوف يحدث ضغط باتجاه معاكس لاتجاه ضغط الدم فرق الضغط بين ضغط المحلول وضغط الدم نسمية Trans Membrane Pressure والمتعارف عليه باسمTMP

هذا الغشاء يفصل بين دوره الدم والمحلول .



Capillary blood pressure (BP)	60 mmHg out
Colloid osmotic pressure (COP)	− 32 mmHg in
Capsular pressure (CP)	− 18 mmHg in
Net filtration pressure (NFP)	10 mmHg out

ماذا نستفيد من TMP ؟

نعود ونربط المواضيع ببعضها البعض

تتذكرون هذه الرسمه التي كانت في النفرون فروقات الضغط

بالرسمه كانت السبب في حدوث عملية الفلترة ونحن في الفلتر

نريد عمل فرق ضغط كي تحدث عملية الفلترة وكما اشرنا سابقا

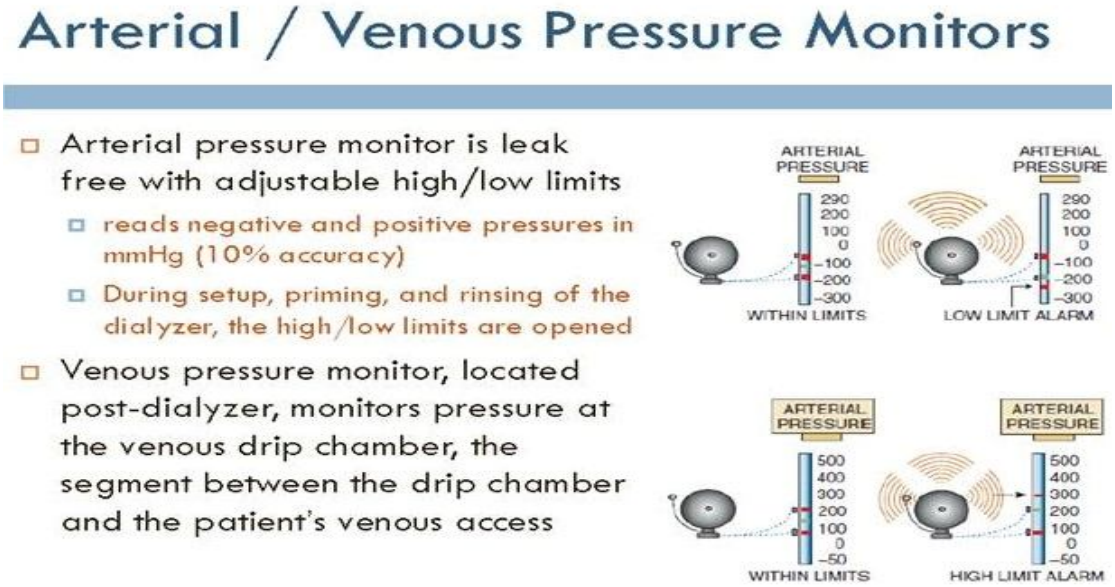
باننا نستدل من هذه القيمة على وضع الفلتر بحيث لو زادت قيمة

TMP عن 350 ملم زئبق سوف يستدل على حدوث تجلط بالفلتر

فرق الضغط بين ضغط الدم وضغط محلول الغسيل .

ما هي الماده التي تصنع منها الالياف ؟

السليلوز او السليلوز المعدل او المبلمرات و بالوقت الحالي مصنع من المبلمرات .



هذا الضغط يدل على وضع الفلتر لانه لو كان في تجلط بالدم في الفلتر فهذا يدل على وجود مشكلة بكمية الهيبارين وهذه القيمة مرتبطة بالضغط داخل الفلتر .

ولكن السؤال كم كمية محلول الغسيل الذي يصل للفلتر ؟

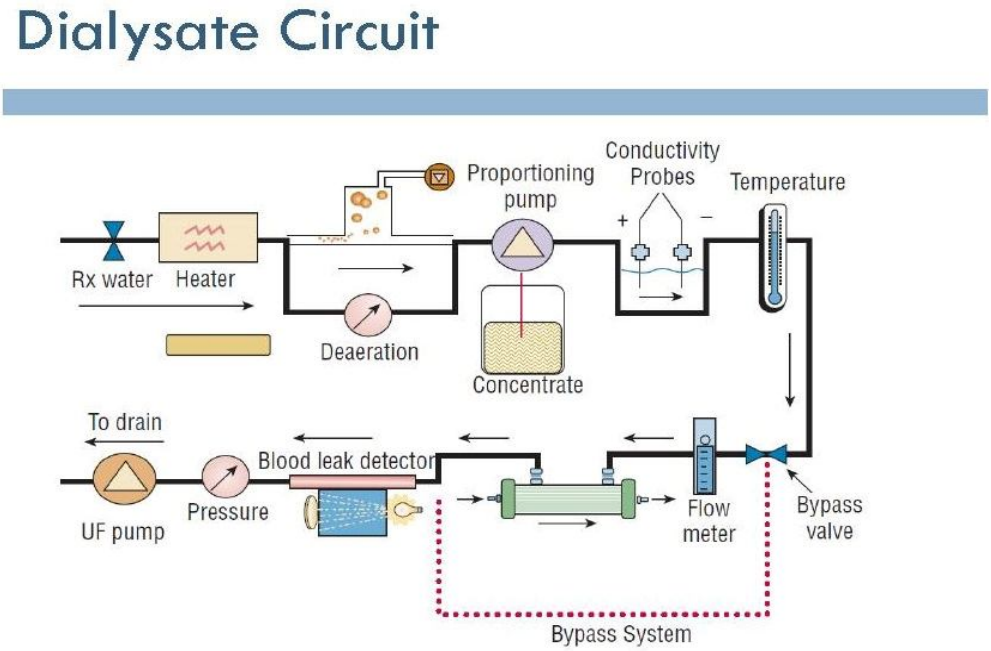
معدل سحب محلول الغسيل للفلتر من 500مل لكل دقيقة - 800 مل لكل دقيق

ما هي المحاليل التي يتم خلطها في حجره الخلط ؟

اسيتات وبايكروبونيت

اذن ما يتطلب معرفته اننا حددنا الوزن المطلوب سحبه من المريض وكذلك حددنا معدل معدل تدفق الدم الذي يحدد مقدار السحب الذي ستقوم به مضخة سحب الدم وكذلك يجب ان نقوم بتحديد مقدار سحب محلول الغسيل حيث يتراوح معدل السحب من 300 مل لكل دقيقة الى 800 مل لكل دقيقة لكن فعليا الكمية المعتمده في السحب بوحدات غسيل الكلى جميعها هي 500 مل لكل دقيقة وكذلك يحدد مقدار درجة حرارة محلول الغسيل وهي غالبا يتم تثبيتها على 37 درجة مئوية تقريبا هذه اهم المتغيرات التي يتم ضبطها على ماكنة الغسيل .

و اهم المتغيرات هي كميه السحب و درجه الحراره



هذه صورة مختصرة لدورة محلول الغسيل تمثل دخول الماء من RO SYSTEM بحيث يتم تسخين الماء للدرجة المطلوبة لتجهيز المحلول وكذلك نستفيد من HEATER تسخين درجة الحرارة للماء كي نستخدمة في تعقيم الماء Deaeration هو بمثابة مجمع للماء بعد التسخين ومركب على هذا الجزء مضخة تسمى air degassing pump بهدف سحب فقاعات الهواء المتشكلة من تسخين الماء .

كما تلاحظون هذه صور لاجهزة غسيل الكلى لثلاث شركات عملاقة في هذا المجال وهي شركة فريزينيس و شركة جامبرو وشركة بي براون .

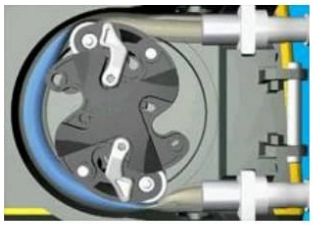
جميع هذه الاجهزة تقوم بنفس العمل الا وهي تنقية الدم وسحب السوائل الزائدة عن حاجة الجسم وكما انهم جميعا يعتمدون على نفس المبادئ الفيزيائية الا وهي

لازالة المواد الناتجة عن عمليات الايض : DIFFUSION

لازالة الماء الزائد عن حاجة الجسم : Ultrafiltration

نكمل ولكن كي ننقي الدم يجب ان نسحب الدم من جسم المريض الى الفلتر

- Peristaltic pump
  - Safe for blood cells: minimal hemolysis
  - Safe from cross-infection since disposable blood line is used inside
  - Can be operated manually in cases of power outage
  - Speed controlled by system and also manually



وهذا يتم من خلال مضخة سحب الدم التي نسميها pump peristaltic

لماذا هذا النوع بالذات دون غيره من المضخات ؟

لانها تمتاز بانها اقل نوع من المضخات ممكن تعمل للدم hemolysis

Hemolysis : يقصد به تدمير كريات الدم الحمراء

لذا نحن نسعى الى سحب الدم دون ان نحدث اي تغيير في مواصفات الدم كما انكم تعلمون بان سحب الدم سوف يتم داخل

انابيب يتم طيها بين فرزات المضخة وبهذه الطريقة نضمن انه لن يحدث انتقال للعدوى بين مريض واخر كون هذه الانابيب يتم التخلص منها من مريض لاخر

https://www.google.ps/search?q=peristaltic+pump+animation&biw=1280&bih=680&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjet86kg9bQAhUErRQKHd11C58Q_AUIBigB#imgrc=3cIWTZyHpjDwOM%3A

وتستخدم لمرة واحده فقط ولن يلامس الدم فرزات المضخة او ما تعرفونه باسم roller of pump

الرابط المرفق يظهر صورة متحركة للمضخة كيف تعمل .

كما ان هذا النوع من المضخات يمتاز بانه في حال حدوث قطع للتيار الكهربائي عن الماكنة او حدوث حدث طارئ يستلزم اعادة الدم للمريض فانه يمكن من خلال هذه المضخة تشغيلها بطريقة يدوية , وهذه تعد ميزة لهذا النوع من المضخات .

كيف يتم التحكم بها يدويا لاعاده الدم الي المريض ؟

يوجد بها جزء يمكن اخراجة ومن خلاله يتم اعادة الدم للمريض , القطعه الحديدية بين الزنبركين يتم سحبها للامام واخراجها من

مكانها بحيث طرف منها يكون لاصق بالمضخة والطرف الاخر انت تمسكه بيدك .

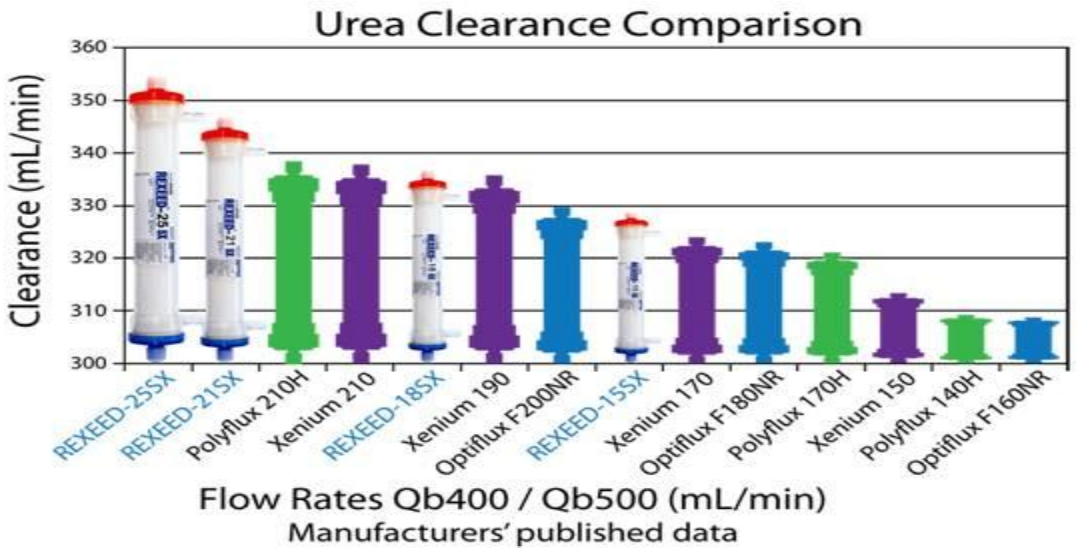
كم سرعة السحب في هذه المضخة تبلغ ؟

سرعة السحب تتراوح من صفر الى 450 مل لكل دقيقة .

وكما تعلمون بان هذه المضخة تتركب من ما يسمى head of pump الذي ظهر لديكم بالصورة لكن تحريك فراشات هذه المضخة

تتم عن طريق ماتور, وهذا الماتور من نوع الماتورات التي تشغل باستخدام تيار مستمر وليس متردد .

ماذا بالنسبة للفلاتر ما هي مواصفاتها ؟ ولماذا هناك احجام منها ؟



محور الصادي فيه قياس لما يسمى ب urea clearance بالصورة احجام متعددة من الفلاتر و يقصد بكلمة urea clearance معدل قدرة الفلتر على تنقية الدم من اليوريا فيه .

محور السينات اختبار لخصائص الفلتر من منطلق انه كل فلتر ادخلنا اليه 300 مل من الدم ومحلول غسيل 500 مل

وراسم منحنى , بالتالي كلما زاد حجم الفلتر كلما زادت قدرته على تنقية الدم من اليوريا , لاننا نهتم بصورة كبيرة جدا جدا في غسيل الكلى بالتخلص من اليوريا .

هل تساءلتم يوما كيف يتم تحضير محلول الغسيل ؟

وما هي نسبة الماء الى محلول الاسيتيت ومحلول البايكروبينيت؟

نقصد بها نسب الخلط من الماء والمحاليل لتكوين المحلول اللازم وصولة الى الفلتر

1:1.225:32.775, 1:1.83:34, and 1:1.72:42.28 (acid conc: bicarbonate conc: water).

هذه النسب لبعض الشركات وهذه فعليا تعد من اسرار الشركات والتي لغاية الان ليس هناك معلومات واضحة بخصوصها في الكتب حيث يتم خلط 1 من مادة الاسيد و 1.225 من البايكروبينت و 32.775 من الماء لتكوين المحلول اللازم وصولة للفلتر

دعونا نوضحها بشكل ابسط .

يلزمنا محلول غسيل كي نبعثه للفلتر ويكون حول الالياف وليس بداخلها , ولكن كي ننقل المواد ذات التركيز المرتفع في الدم خارج الدم لازم نوفر محلول تراكيزة مشابة للتراكيز الطبيعية للدم بالتالي لازم الماكنة تحضر هذا المحلول بتركيز نسمية conductivity

مثلا 14 ملي سيمنز لكل سم 14mS/cm

كي يتم تحضير هذا المحلول لازم الماكنة تخلط ثلاث اشياء مع بعضها وهي الماء القادم من RO وحدة التنقية وجزء من الاسيتات وجزء من البايكروبونات

ولكن التحدي الاكبر للماكنة معرفة نسب الخلط لهذه المواد الثلاث

1:1.225:32.775, 1:1.83:34, and 1:1.72:42.28 (acid conc: bicarbonate conc: water).

RO : Reverse osmosis

هي عملية يتم فيها تنقية الماء بشكل كامل من كل ما هو ذائب فيها

هذه الصورة هي عبارة عن جالونات المحالي

A: Acetate , B: Bicarbonate

ويمكن ان يكون البايكروبوينت على شكل بودرة تقوم الماكنة بحلها البوردة افضل من السائل

لون غطاء الجالون

هو طريقة التمييز بينهم , اذن الجهاز يلزمة مضخة لسحب الاسيتات ومضخة لسحب البايكربوينت من الجالونات الى غرفة الخلط

وهاتان المضختان تكون في الجهاز من الخلف وليس كما هو الحال في مضخة سحب الدم التي تكون في الجهاز من الامام

من خلال مراقبتي لعملية الغسيل لا لم الاحظ اقسام غسيل الكلى تستخدم فقط الاسيتيت لذلك حينما تغير الشركة التي اشتريت منها يجب عليك ان تعيد برمجة الماكنة بالنسب المطلوبة للخللط , مدة الصلاحية ليس لدي معلومة بخصوصها لكن ما اود ان اخبرك به ان كيس البودرة يكفي فقط جلسة واحده , اذا كان لديكم مريض نريد ان نسحب منه 5 كغم على مدة 4 ساعات

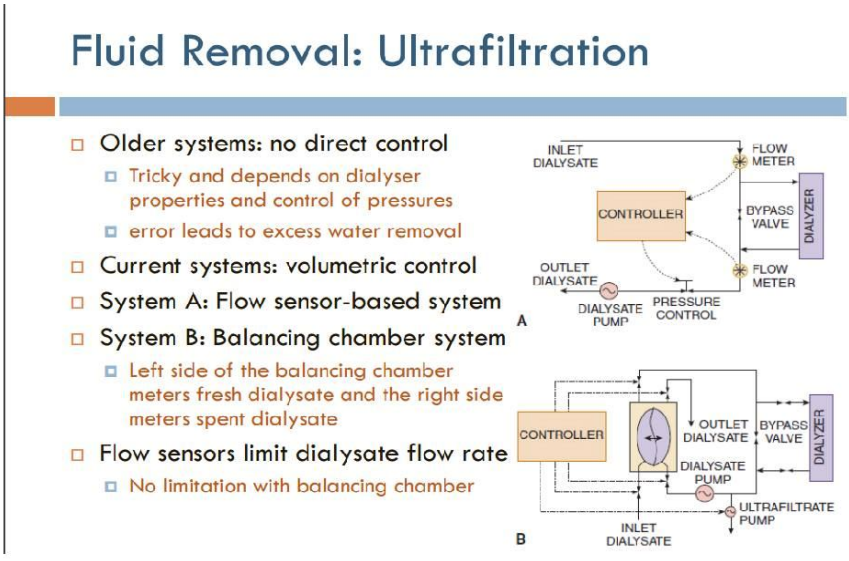
كم معدل الترشيح Ultrafiltration rate UF ؟

وكيف يمكن قياسه ؟

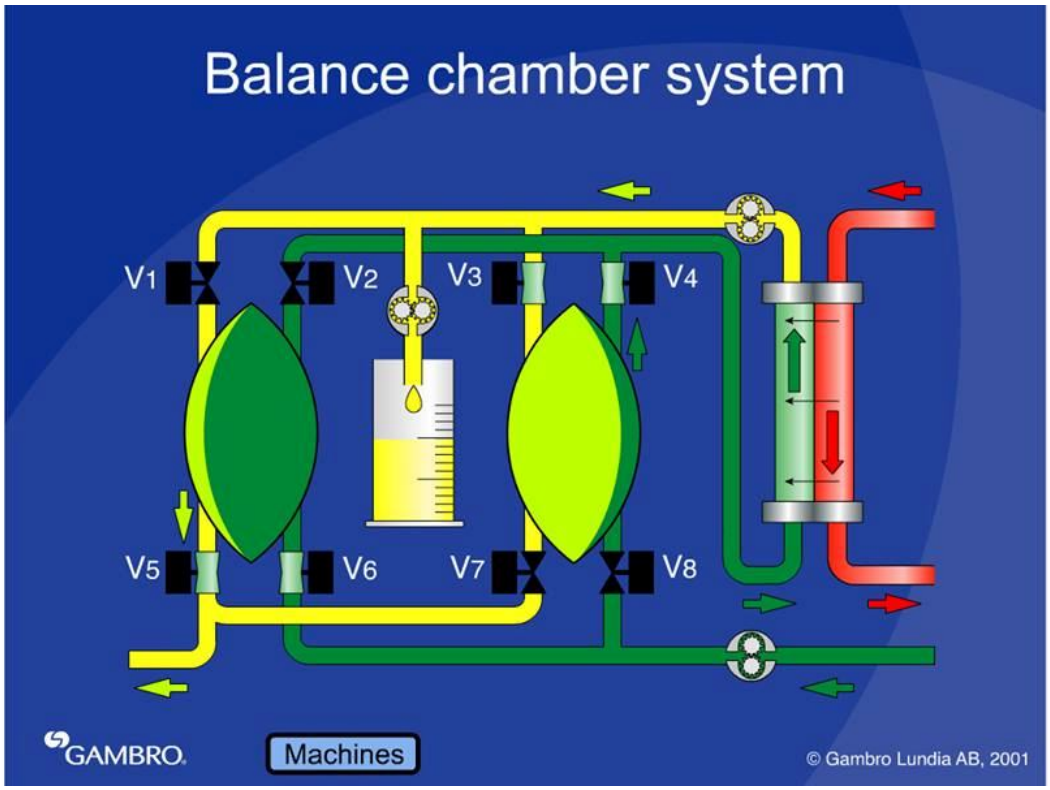
معدل الترشيح = الوزن المراد انقاصه / (زمن الجلسة * 60) = وزن لكل دقيقة

لكن الماكينة كيف بتقيسه ؟

عادة نسميها 20.8 مل لكل دقيقة



فعليا قديما كان يتم تركيب FLOW sensor قبل الفلتر واخر بعد الفلتر وبناء على فرق بين القيمتين التي يقومان بقياسمها المجسين لكن النمط الحديث هو ما يسمى بBalance Chamber



لانها عبارة عن حجرة مقسومة لقسمين وبفصل بين القسم الاول والثاني غشاء مطاطي قابل للانحناء , هذه هي التي تسمى balance chamber نقصد بها حجرات الاتزان

الالوان **الاصفر** و**الاخضر** هما حجرتان

نحن نشبهم بشكل الضفدع

دققو بالصورة تلاحظون انها فعلا تشبه شكل الضفدع حيث انها لها قدمين هنا هما عبارة عن صمامات ولها يدان عبارة عن صمامات محلول الغسيل قبل ان يصل الى الفلتر يمر داخل الحجرة على احد الجوانب , انظرو للفلتر في خط داخل اله باللون الاخضر هذا عباره عن محلول الغسيل قبل التبادل صمام v8 , v6 لما بكونو فاتحين بدفعو محلول الغسيل داخل الحجرة اللي باللون الاخضر والغشاء اللي بفصل اللون الاصفر عن الاخضر غشاء مطاطي بتحرك حسب كمية محلول الغسيل الخط اللي باللون الاصفر بنقل محلول الغسيل بعد التبادل بالتالي رح يدخل الحجرة اللي باللون الاصفر و الجزء المسطر هو الغشاء الفاصل بين الحجرتين طيب اذن لازم نعرف انه الجانب الاخضر والجانب الاصفر رح يحتوو على نفس الكمية يعني 500 مل لكل دقيقة

هل كمية محلول الغسيل قبل التبادل تساوي الكمية بعد التبادل ؟

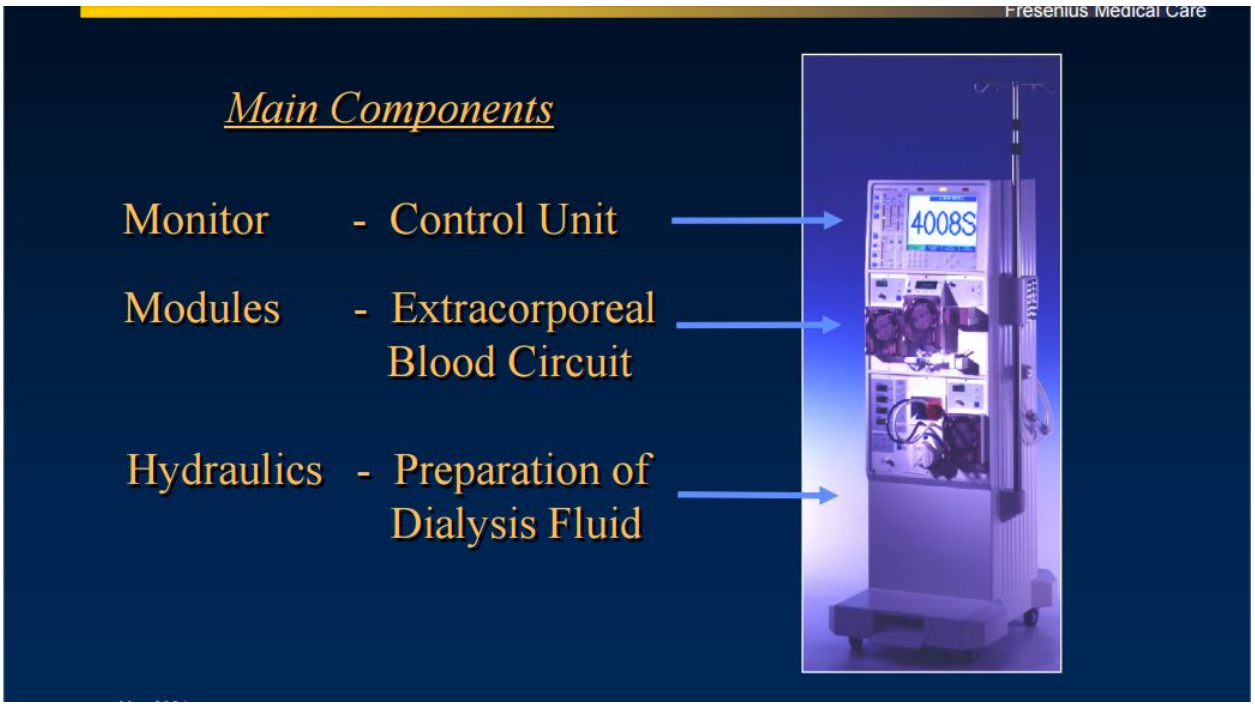
يعني بمعنى اخر بعثت للفلتر 500 مل سوف استقبل من الفلتر بعد التبادل 500 مل ؟

اذن رح تكون الكمية بعد الفلترة اكبر من قبل الفلترة , لكن الحجرة ما بتستقبل الا نفس الكمية والحل شو برايكم

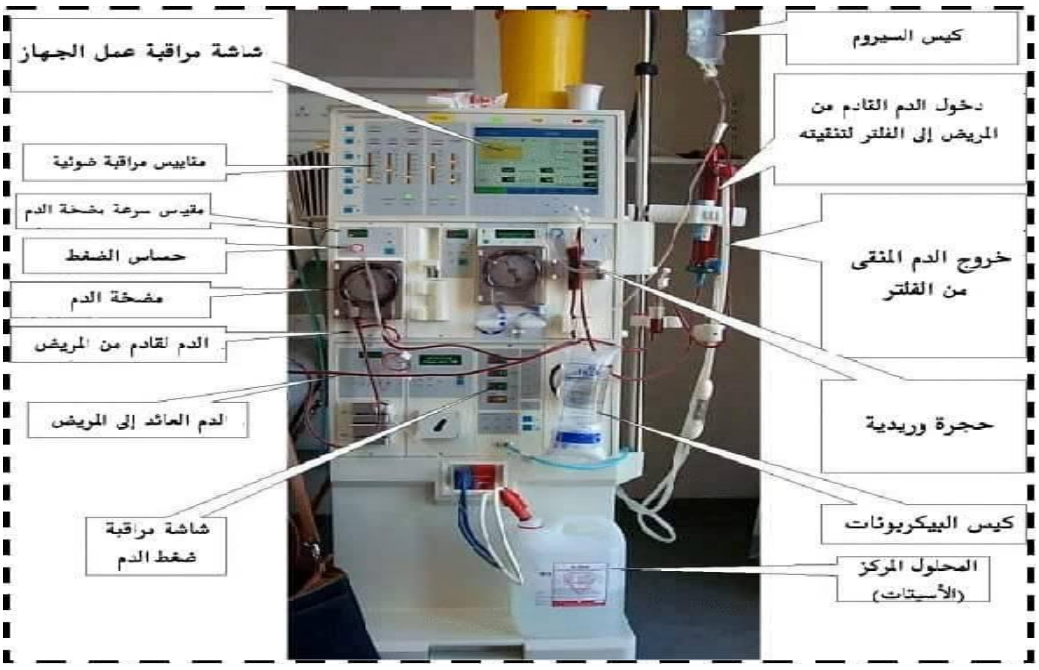
انظرو للانبوب المدرج اللي باللون الاصفر وفوقه رمز مضخة فعليا الجزء الزائد يتم سحبه من خلال مضخة تسمى UF pump لذلك اول ما بتدخلو البيانات على الجهاز الخاصة بالوزن وزمن الجلسة يتم حساب معدل الترشيح وبناء عليه يتم برمجة مضخة السحب لسحب الكمية المراد ازالتها من جسم المريض .

www.manaraa.com

ماكنية تنقية الدم تتكون من ثلاث اجزاء رئيسية



1- monitor جزء المراقبة
2- جزء ثاني يسمى Module (extracorporeal blood circuit)
3- Hydraulics - Preparation of Dialysis Fluid الجزء الهيدروليكي



www.manaraa.com

Monitor

تتمثل في ثلاث امور عناصر التشغيل وعناصر التمثيل والانذارات

عناصر التشغيل يقصد بها المفاتيح التي تسخدم لتشغيل الجهاز وكل قطعه موجودة به

Display :

تتمثل في عملية اظهار القراءات للمعاملات التي نضبطها على الجهاز مثل الوزن المراد سحبه وزمن الجلسة ومعدل سحب الدم والخ من هذه المعاملات وكذلك العناصر التي نراقبها اثناء الجلسة مثل ضغط الشريان وضغط الوريد وTMP

Alarms :

الانذارات عديدة جدا بماكنة غسيل الكلى منها الصوتي

Transmembrane pressure : 'TMP

وهو عبارة عن فرق الضغط ما بين الدم ومحلول الغسيل

بالنسبة للانذارات منها ما يلي :

1- انذار خاص بارتفاع او انخفاض ضغط الشريان
2- انذار خاص بارتفاع او انخفاض الضغط الوريدي
3- انذار خاص بوجود فقاعات هواء في الدم الراجع للمريض
4- انذار خاص بوجود تجلط للدم في الفلتر بطريق غير مباشر عن طريق مراقبة TMP
5- انذار خاص بوجود تسرب للدم في محلول الغسيل blood leak detector .
6- conductivity alarm انذار خاص بوجود مشكلة في موصلية محلول الغسيل

هذه تقريبا اهم الانذارات بالماكينة

يقصد بموصلية محلول الغسيل مقدار تركيز محاليل الغسيل الناتج من خلط محلول الاسيتيت والبايكربونيت والماء القادم من وحدة تنقية الماء

لكي اوضح فكرة انذار الموصلية مثلا لو قمت بضبط الجهاز على تركيز او موصلية 14ملي سيمنز لكل سم وفي حال قام المجس المسؤول عن قياس الموصلية بقياس اعلى او اقل من 14 فانه سيعطي انذار وسمنع مرور محلول الغسيل الى الفلتر .

ما هي اهمية هذا النوع من الانذارات ؟

لو اراد 14 ملي سيمنز لكل سم يكون موصلية محلول الغسيل

هذا التركيز هو تركيز ملائم للمريض كي نخرج التراكيز الزائدة من دمه باتجاه محلول الغسيل فلو كان تركيز المواد داخل دم المريض مثلا 14.5 ملي سيمنز لكل سم , فانه تبعا لخاصية الانتشار diffusion سوف تنتقل المواد من الدم باتجاه محلول الغسيل .

ملحوظة

طريقة الانتقال داخل الفلاتر تتمثل بثلاث طرق فيزيائية ..

خاصية الانتشار ويقصد بها انتقال المواد الذائبة من التركيز المرتفع للمواد الذائبة الى التركيز : 1- diffusion
المنخفض للمواد الذائبة

الترشيح : يقصد به انتقال الماء من التركيز المرتفع للماء الى 2- Filtration
التركيز المنخفض للماء

لاحظ اننا حينما نريد سحب فقط مواد ذائبة من المريض الخاصية الفيزيائية الانتشار فقط هي التي تستخدم ما في حال اردنا فقط نسحب ماء تستخدم خاصية الترشيح

3- Convection :

هي خاصية تتمثل في التخلص من المواد الذائبة اثناء عملية الترشيح

اذن لو الماكينة لا تشتمل على انذار بخصوص الموصلية وقاس المجس للموصلية ان القيمة اعلى من 14 ملي سيمنز لكل سم

اذن سوف تدخل المواد الذائبة بالمحلول من المحلول باتجاه جسم المريض مما يعني تراكم للاملاح داخل جسم المريض وهذا يعني ارتفاع لضغط

المريض وبعد انتهاء الجلسة سوف يشعر المريض بالعطش مما يعني ان المريض سوف يشرب ماء كثير ويزيد وزنه بشكل كبير .

اما في حالة كان موصلية محلول الغسيل افل من 14 هذا سيؤدي لزيادة اخراج الاملاح دم المريض بالتالي ينخفض ضغط المريض .

الموصلية هي عبارة عن حاصل قسمة واحد على مقاومة المحلول بالتالي لما تقسم resistance = conductivity/1

كيف يتم معرفه مقاومه المحلول ؟

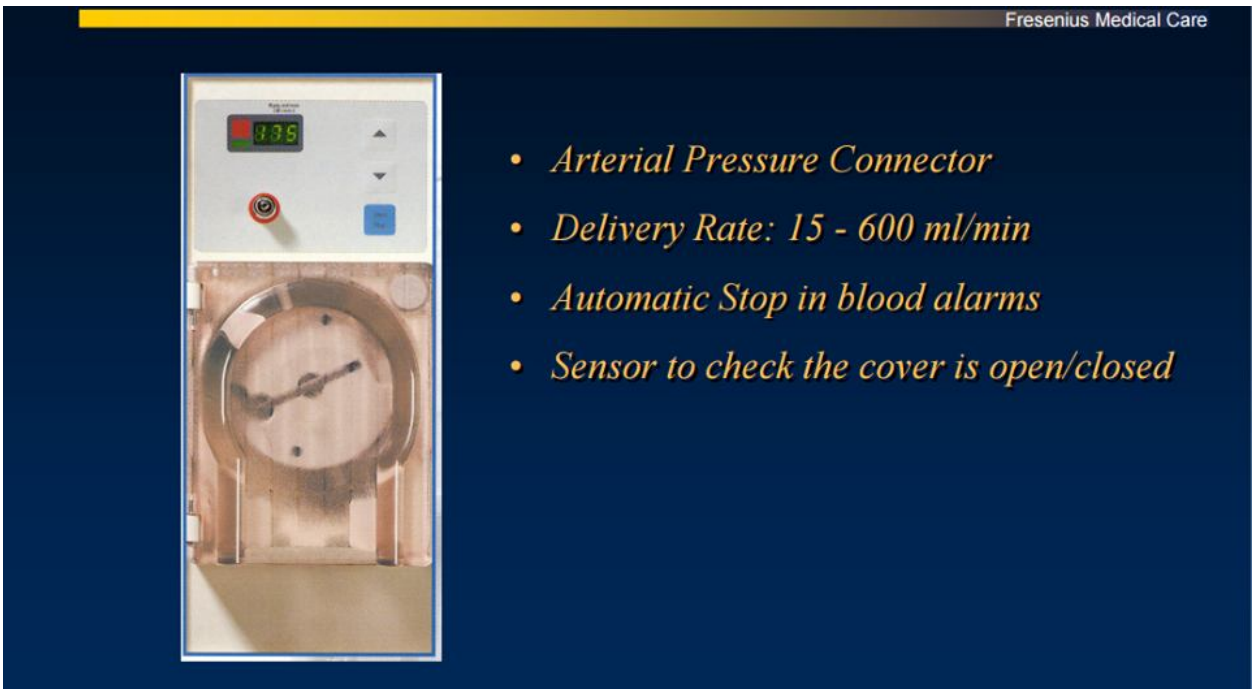
يتم من خلال مجس يسمى conductivity cell يتم تسليط اشارة كهربائية مترددة عليه ولها قوانين خاصه والية القياس مشابة لطريقة قياس موصلية الجسم في الانسان من خلال تسليط تيار كهربائي متردد ومن ثم قياس الجهد ونتيجة قسمة الجهد على التيار نجد المقاومة

Extracorporeal , Blood Circuit

تتمثل في ثلاث وحدات

- مضخة سحب الدم
- مضخة الهيبارين
- وحدة الكشف عن فقاعات الهواء

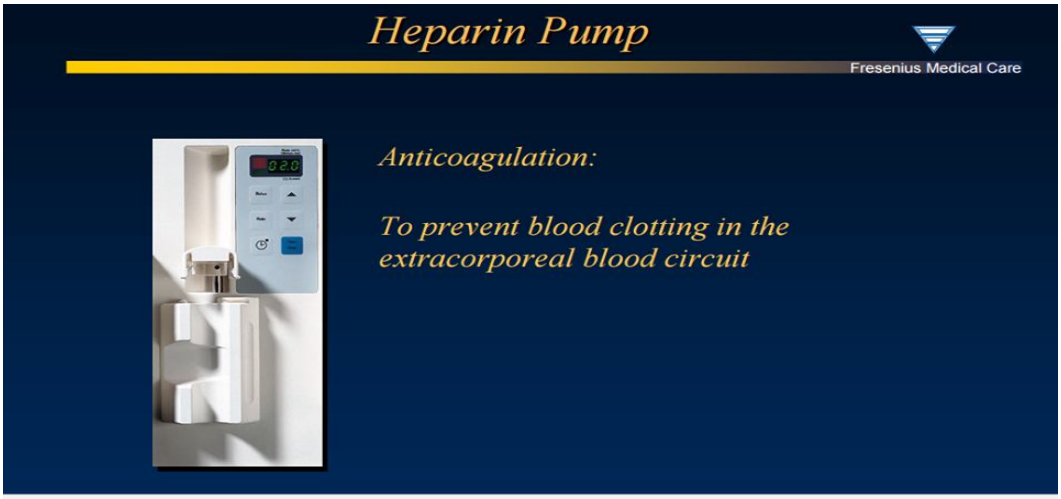
صورة مضخة سحب الدم



تلاحظون وصلة عليها خط احمر بالصورة ؟ ذكرنا سابقا انه يوجد انذار خاص بضغط الشريانarterial pressure

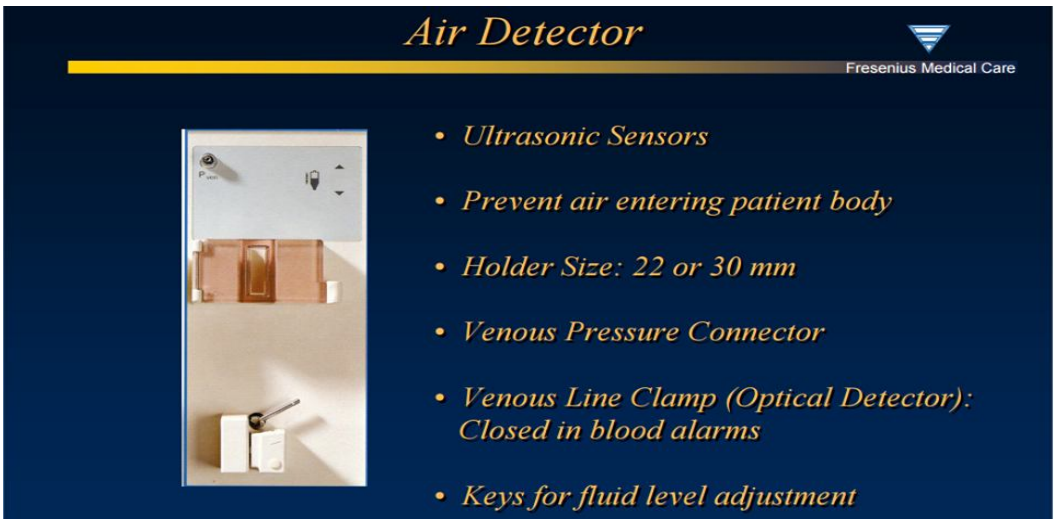
هذه الوصلة يتم من خلالها قياس الضغط الشرياني بحيث يتم سحب خط رفيع من خط سحب الدم الواصل للمضخة الى هذه النقطة وهذه النقطة داخليا موصولة مع فلتر داخلي لمنع دخول الدم لمجس قياس الضغط بالتالي حينما يتدفق الدم باتجاه المضخة سوف يقوم مجس قياس الضغط بقياس ضغط الشريان واحيانا يتم اعطاء انذار خاطئ ليس ناتج عن ارتفاع او تعدي حدود قيمة الضغط انما بسبب التواء الانبوب البلاستيكي الواصل لنقطة القياس معدل سحب الدم في مضخة الدم يبلغ من 15 مل /دقيقة الى 600 مل / دقيقة

مهم جدا في حال حددوث انذار ان يتم ايقاف مضخة سحب الدم بشكل اتوماتيكي لذلك حينما يتم الكشف عن وجود فقاعات للهواء في الدم يتم اغلاق مضخة السحب بشكل اتوماتيكي وفي حال وجود تجلط للدم في الفلتر يتم كذلك اغلاق مضخة السحب بشكل اتوماتيكي .



مضخة الهيبارين المسؤولة عن اعطاء هيبارين للمريض هذه المضخة يتم وضع syringe فيها لضخ الهيبارين وفق زمن محدد وكمية محدده
لكن غالبية اقسام غسيل الكلى تعطى المرضى الهيبارين بشكل جرعة واحده.

وحدة الكشف عن فقاعات الهواء



تتكون من

- مجس فوق سمعي ultrasound
- جزء مكتوب عليه P vein يستخدم لقياس ضغط الدم الوريدي بنفس الاسلوب الذي شرحناه للجزء الخاص بقياس الدم الشرياني

كيف يتم التخلص من الفقاعات ؟

أسفل الصورة يوجد قطعة حديدية مركبة على جزء بلاستيكي تسمى clamp تهدف الى اغلاق مسار رجوع الدم للمريض في حال الكشف عن وجود فقاعات للهواء في الدم وبعد الكشف يتم التخلص من الفقاعات بطريقة يدوية بحيث يقوم التمريض بعمل ضرب بسيط على حجرة قياس التي يوجد بها الدم بحيث ترتفع الفقاعات للاعلى ويوجد

فتحة من الاعلى لحجرة القياس يقوم الممرض بادخال سيرنج بداخلها ويسحب الفقاعات وفي نفس الوقت المجس الفوق سمعي يراقب الى ان يختفي الصوت مما يعني تم سحب الفقاعات .

ملحوظة

لا يوجد تقنية اتوماتيكية لازالة الفقاعات من الدم .

لو فكر البعض بعمل تقنية تقوم بعمل اهتزاز لرفع الفقاعات للاعلى لسحبها ممكن يكون هذا الاهتزاز بمقدار كبير يؤدي لتحطيم كريات الدم

وهذا شئ نحن نتجنبه .

اما الجزء الهيدروليكي

وظيفته هي

-Preparation of Dialysis Fluid

- Mixing

- Heating

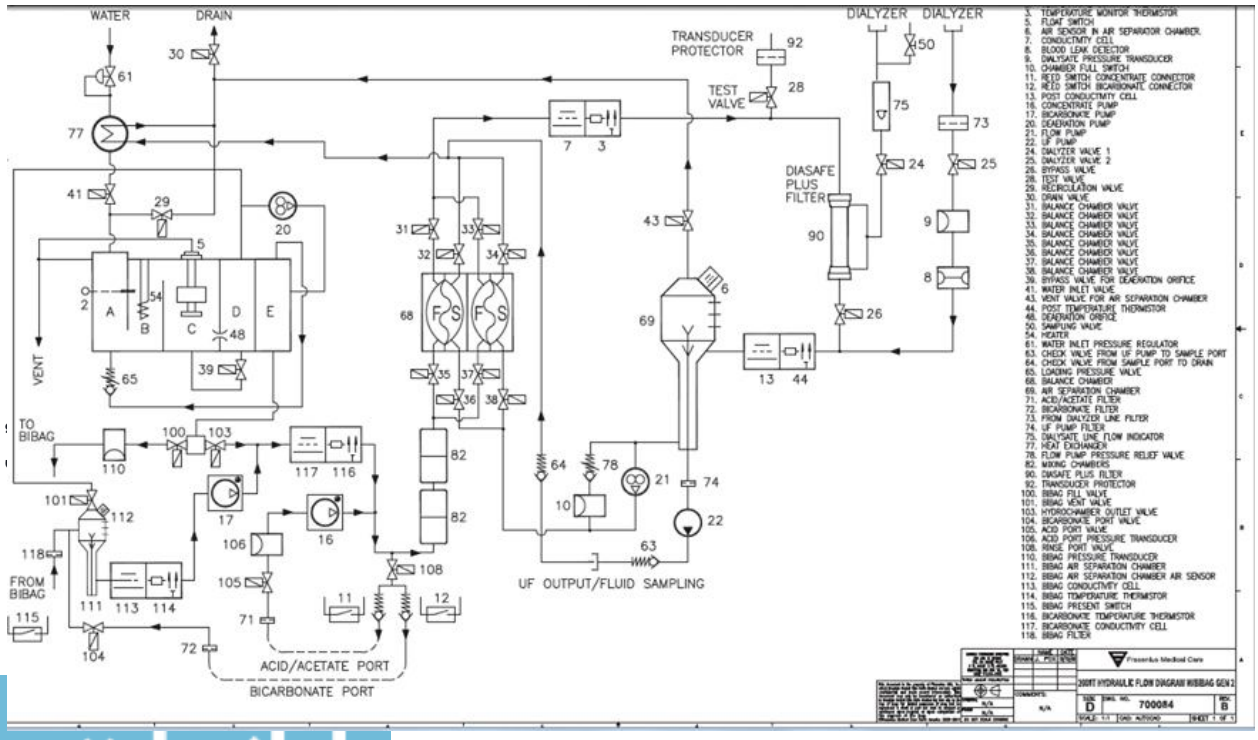
- Degassing

• Transport of dialysis Fluid

• Fluid Balance & Ultrafiltration

تحضير محاليل الغسيل

من خلال خلطها ورفع درجة حرارتة للدرجة المطلوبة وازالة فقاعات الهواء الناتجة عن عملية التسخين ونقل المحلول الى الفلتر والعمل على احداث عملية الترشيح التي تعني سحب الماء من المريض .



ولكي نوفر في طاقة heater ممكن نرفع درجة حرارة الماء من خلال الاستفادة من حرارة محلول الغسيل القادم باتجاه drain

وهو اكثر استخداما في البلدان ذات درجات الحرارة المنخفضة جدا ولكنها فكرة رائعه من منطلق التوفير .

- ثم يصل الماء الى نقطة رقمها 41 والتي تعرف باسم water inlet valve : هي عبارة عن صمام لادخال الماء وفق الضغط الذي تم ضبطه سابقا
- بعد ذلك يصل الماء الى صندوق مقسم الى حجرات مسمية A,B,C,D,E اقصد بها الجزء المكتوب عليه 41

- الحجرة A مكان دخول الماء
- اما الجزء B مكان تسخين الماء والذي يشتمل على heater للتسخين

- حجرة C تحتوي على float switch تشابه العوامه في خزانات المياه والتي تعمل على مراقبة مستوى الماء في الحجرة

- اما الجزء D مركب عليه ما يسمى air degassing pump تقوم هذه المضخة بسحب فقاعات الهواء الناتجة من عملية تسخين الماء وكذلك تقوم بوظيفة ثانية وهي سحب الهواء داحل الحجرة واستبدال مكانه الماء

- بعد ذلك يتم التحكم من خلال صمامات رقمها 100 و 103 في مقدار كمية الماء الواصلة الى حجرة الخلط

- الان يجب ان نسحب محاليل الغسيل يوجد نقطة مكتوب عليها 17
- نقطة 17 مضخة سحب البايكربونيت

bicarbonate pump

- تقوم هذه المضخة بسحب كمية محددة من البايكروبونات كما هو موجود في نسب الخلط المطلوبة

- بعد نقطة 17 ونقطة 103 سوف يختلط الماء مع البايكرونات ويدخل لصندوق مكتوب عليه 116 و 117

- نقطة 116 Bicarbonate temp theremistor تستخدم لقياس درجة حرارة البايكروبات بعد خلطه مع الماء

تستخدم لقياس موصلية البايكربونات بعد 117 : Bivarbonate conductivity cell خلطة مع الماء

- بعد ذلك الخط الخارج من مسارات القياس 116 و 117 سوف تلتقي مع محلول الاسيتات حيث يتم سحب concentrate من خلال مضخة رقمها 16
- بالنسبة للي سال عن حجرة الخلط يوجد صندوقين رقمهم 82

82: mixing chamber

- في هذه الحجرة يتم عملية الخلط لكل من الماء مع الاسيتات مع البايكروبونات
- بعد ذلك ندخل على جزء رقمه 68 يسمى balance chamber

والذي شرحناه في محاضرة سابقة والذي كان الهدف منه التحكم في كمية المحلول المدفوعه باتجاه الفلتر

www.manaraa.com

والكمية المسحوبة من الفلتر ومنها حساب معدل الترشيح ultrafiltartion rate

- الارقام من 31 لغاية 38 هي ارقام صمامات للتحكم في حركة مرور المحلول من الفلتر واليه
- بعد ذلك لا بد من اعادة قياس درجة حرارة المحلول وموصليته قبل ارساله للفلتر وذلك من خلال حجرة رقمها 7 و 3

7: conductivity cell لقياس موصلية المحلول
3: temp monitor thermistor لقياس حرارة المحلول

- بعد ذلك يصل المحلول الى فلتر رقمه 90

- هذا فلتر ليس الهدف منه تنقية الدم انما هو فلتر اضافي للتخلص من فقاعات الهواء

- في حال كانت درجة حرارة المحلول او موصلية محلول الغسيل اقل او اعلى من المطلوب يتم تفعيل صمام رقمه 26 يسمى bypass valve وبذلك لن يدخل المحلول للفلتر انما يسلك مسار باتجاه drain

- في حال مطابقته للمواصفات المحلول من حيث درجة الحرارة والموصلية سوف يمر عبر صمام رقمه 24 ثم يصل الى نقطة 75 dialysate line flow meterنقطة كمؤشر لتدفق محلول الغسيل

- بعد ذلك يصل المحلول للفلتر لتنقية الدم وهكذا ممكن تتبعوا المخطط..

من خلال الاستعانة بالمخطط وتعريف كل قطعه ما هي اتمنى ان تكون فكرة ماكنة غسيل الكلى توضحت لديكم

ملحوظة :

جميع ماركات غسيل الكلى تتشابه مع بعضها البعض في الية العمل الاختلاف في طبيعة السحب والخلط ونسب الخلط.

تم بحمد الله

تقبلوا تحياتى

م/ محمود عبد العظيم

ولا تنسونا بخالص الدعاء

www.manaraa.com