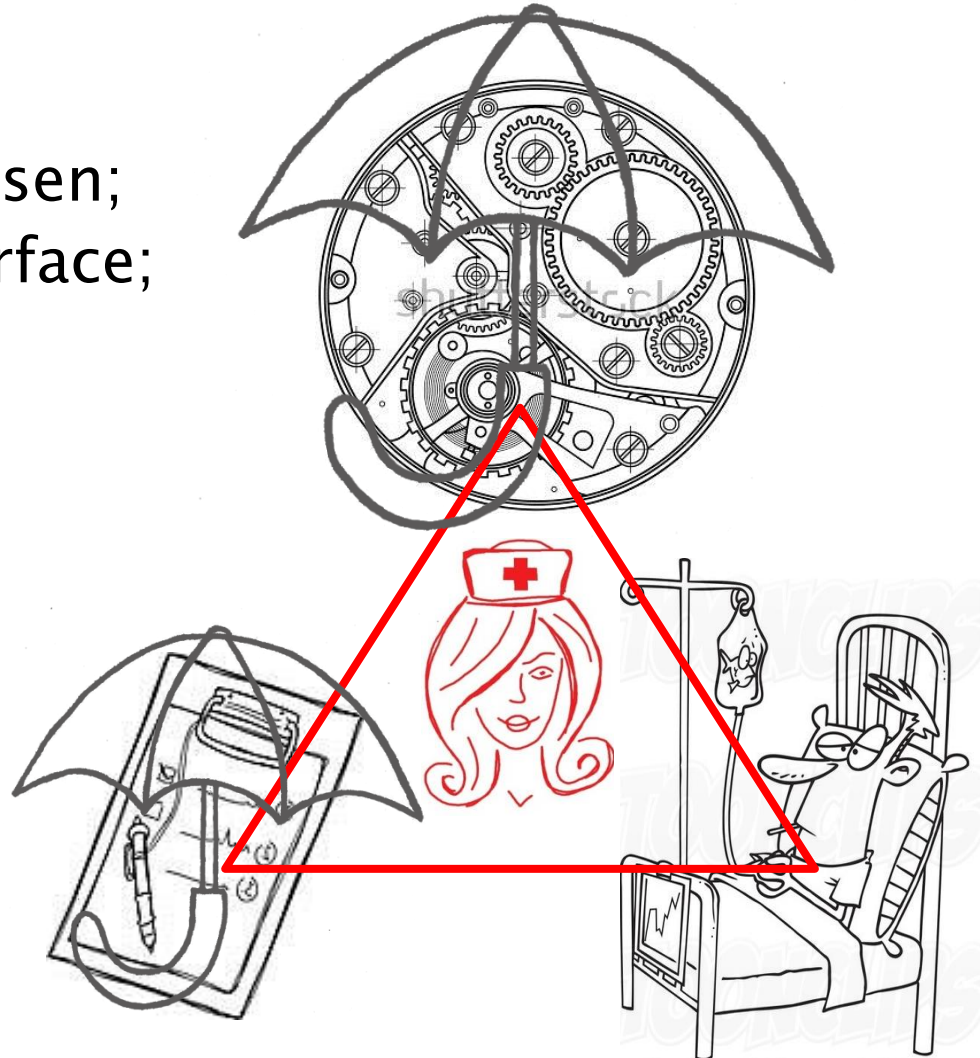


# De link tussen patiënt en toestel.

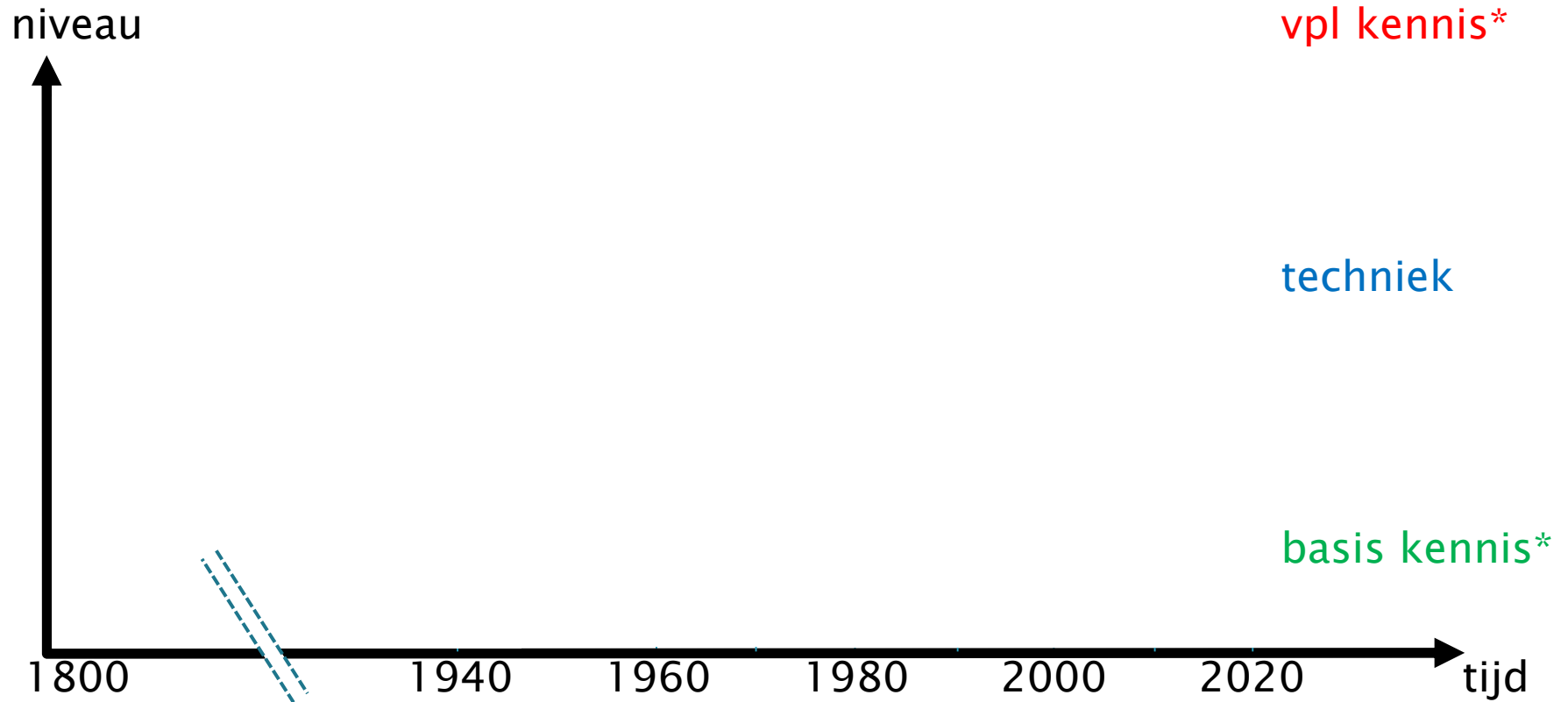
Patrick Keymeulen  
Dialysetechnicus – ASZ–Aalst

# Dialyse anno 2017?

- ▶ ‘Smart’ Device
  - Automatische processen;
  - Vereenvoudigde interface;
  - Dubbele veiligheid;
  - Geheugen;
  - Aanvullende opties;
- ▶ Therapie
  - Checklist;



# Dialyse evolutie\*



\* persoonlijke mening

# Basis < 1940

## ► Manuele therapie

Biofysica v/d hemodialyse

### 1. Diffusie

- Transport van opgeloste stoffen in een vloeistof van hogere naar lagere concentratie,



Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

Biofysica v/d hemodialyse

### 2. Convectie

- Transport van opgeloste stoffen in een vloeistof dmv een waterstroom,




Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

Biofysica v/d hemodialyse

### 3. Ultrafiltratie

- Transport van vloeistof (met opgeloste stoffen) door een drukverschil,

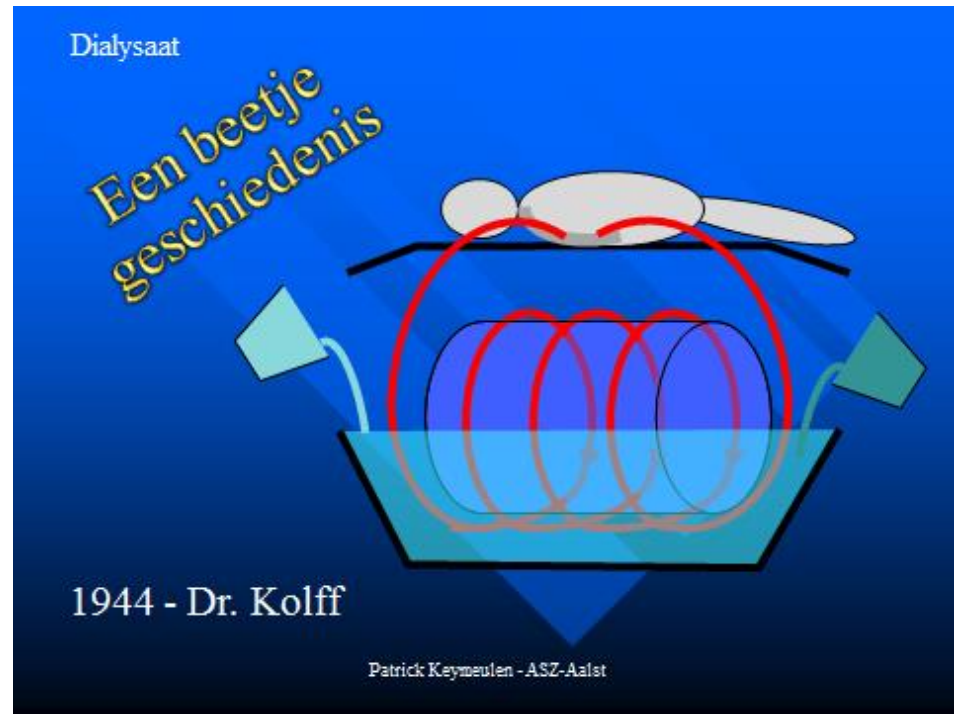
Positieve druk of Negatieve druk



Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

# Basis > 1940

- ▶ Geautomatiseerde therapie
- ▶ AV dialyse
- ▶ UF (graviteit)



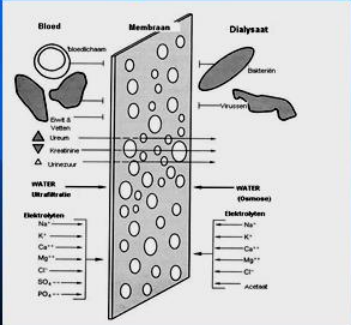
# Basis > 1950

## ▶ Automatisatie

Hemodiafiltratie

### Hemodialyse

■ HD → Diffusie;



Water Ultrafiltratie

Electrolyten

Na<sup>+</sup>

K<sup>+</sup>

Ca<sup>2+</sup>

Mg<sup>2+</sup>

Cl<sup>-</sup>

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

Water (Osmose)

Electrolyten

Na<sup>+</sup>

K<sup>+</sup>

Ca<sup>2+</sup>

Mg<sup>2+</sup>

Cl<sup>-</sup>

Acetaat


Hemodiafiltratie

### Hemofiltratie

■ HF → vochtextractie met compensatie;

- Geen dialysaat door de KN (geen diffusie);
- Vochttransport met convectie van kleine en middelgrote moleculen maar de stabiele vochtbalans!;

En met 'proper' vocht gecompenseerd;

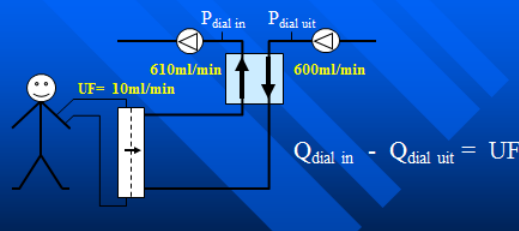


Er wordt 'vuil' vocht onttrokken;

Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

Het dialysaatcircuit

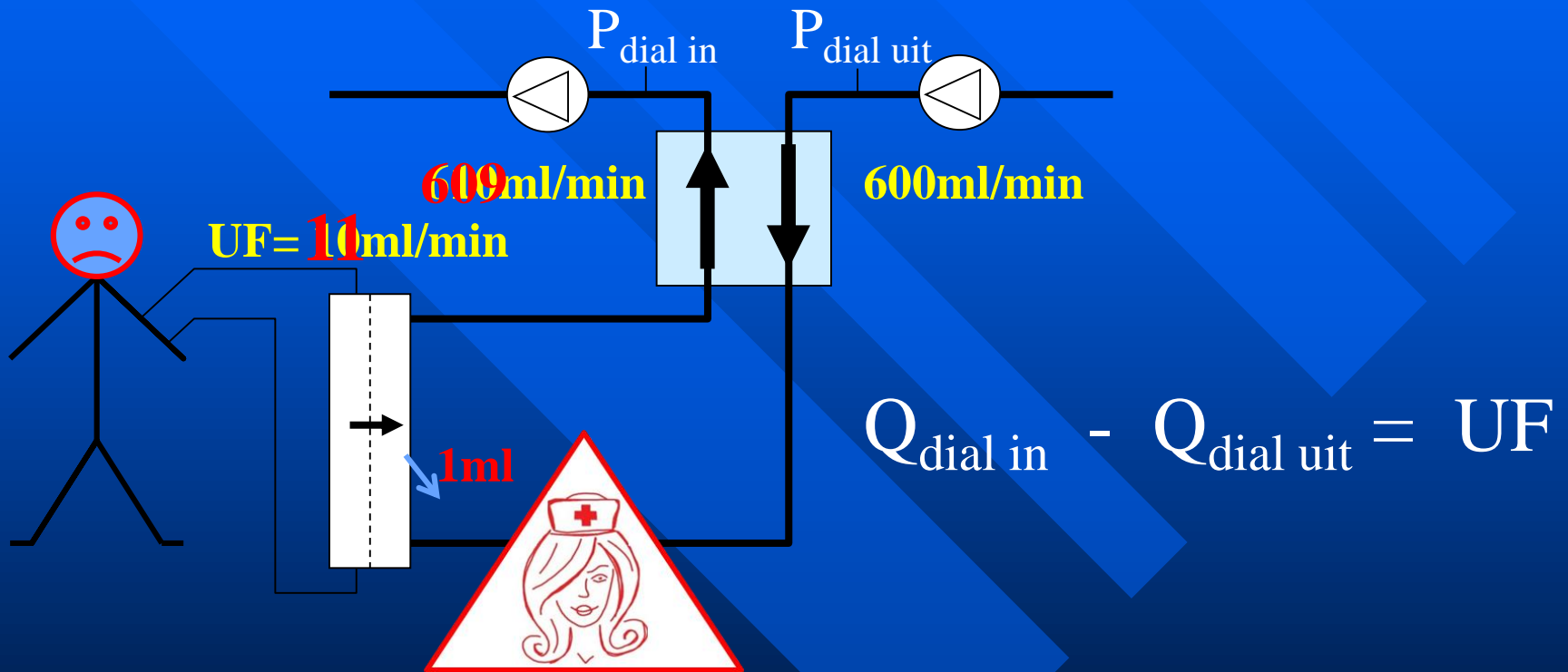
### 3. Ultrafiltratie



$Q_{dial\ in} - Q_{dial\ uit} = UF$

ORPADT: 'De Link' - 18/5/17  
Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

# 3. Ultrafiltratie



# Basis > 1960

## ▶ TMP

Het dialysaatcircuit

TMP = Tamelijk Moeilijk Probleem?

**TMP = berekende druk over het KN membraan**

$$\text{TMP} = \frac{(\text{P}_{\text{bld in}} + \text{P}_{\text{bld uit}})}{2} - \frac{(\text{P}_{\text{dial in}} + \text{P}_{\text{dial uit}})}{2}$$

$$\text{TMP} = \text{P}_{\text{bloedkant KN}} - \text{P}_{\text{dialysaatkant KN}}$$

**TMP = druk tgv debiet door KN membraan**

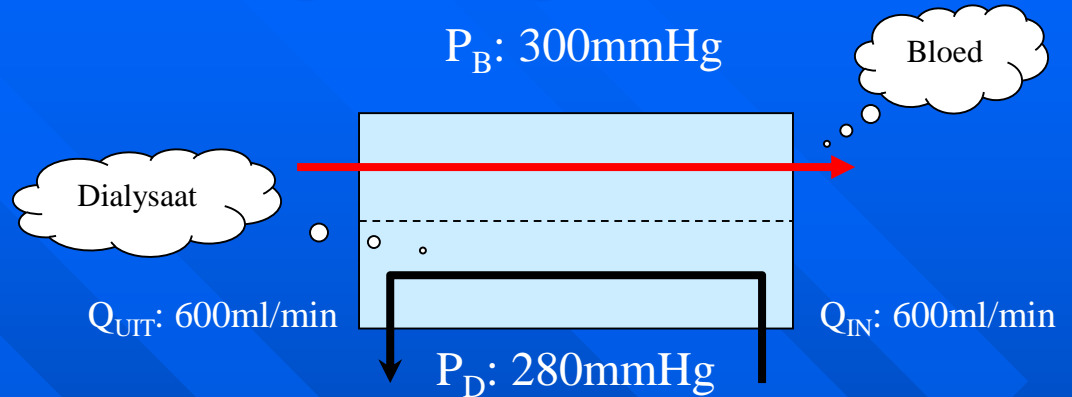
$$\text{TMP} = \frac{\text{Ultrafiltratie debiet}}{\text{Doorlaatbaarheid KN}} = \frac{\text{UF}_{\text{rate}}}{\text{UF}_{\text{coëf.}}}$$

Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst



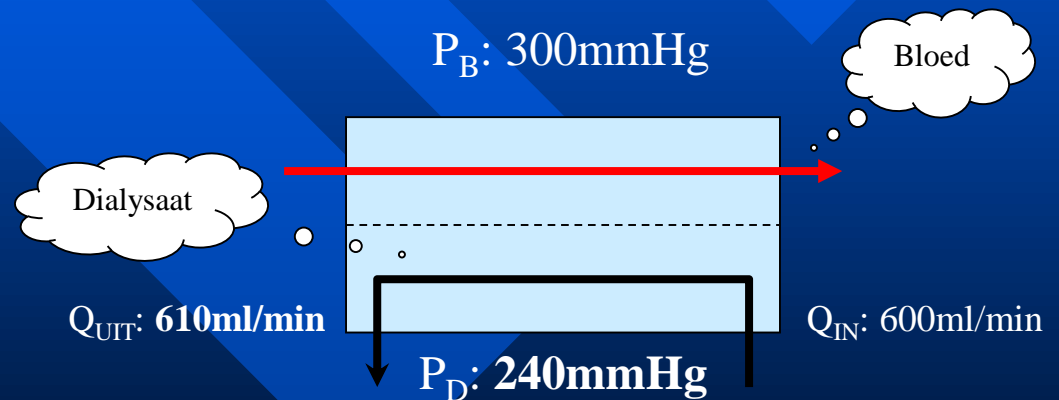
## 6. TMP regelingen

1.  $UF = 0$  l/h



$$\text{TMP} = 300\text{mmHg} - 280\text{mmHg} = 20 \text{ mmHg}$$

2.  $UF = 0,6$  l/h

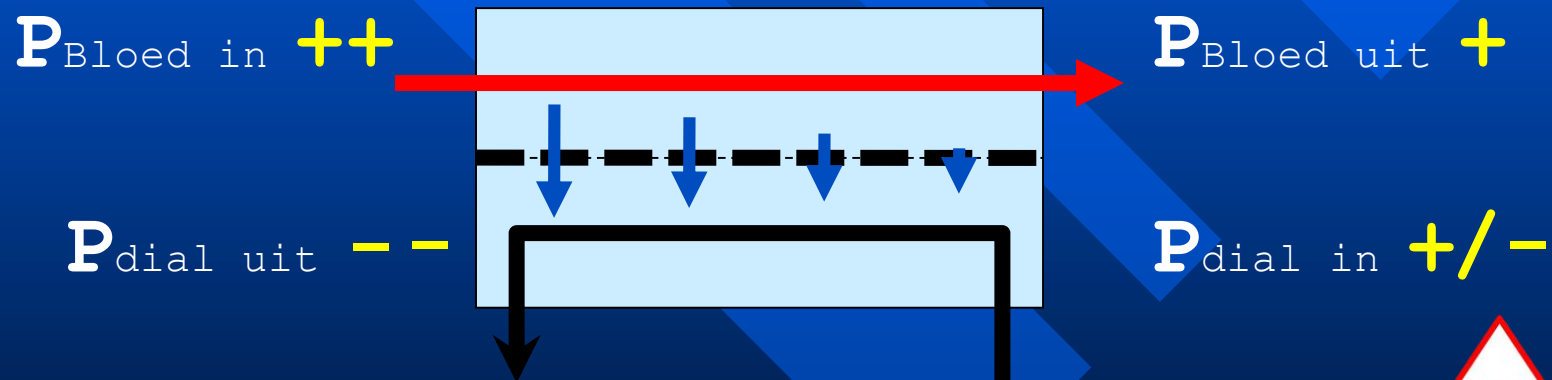


$$\text{TMP} = 300\text{mmHg} - 240\text{mmHg} = 60 \text{ mmHg}$$

## 6. TMP regelingen

- Stolling: (TMP plots sterk gestegen)
  - Dichtslibbing van poriën laat de weerstand voor vloeistof door het membraan stijgen (Ufc daalt);

Drukken in de Kunstnier:



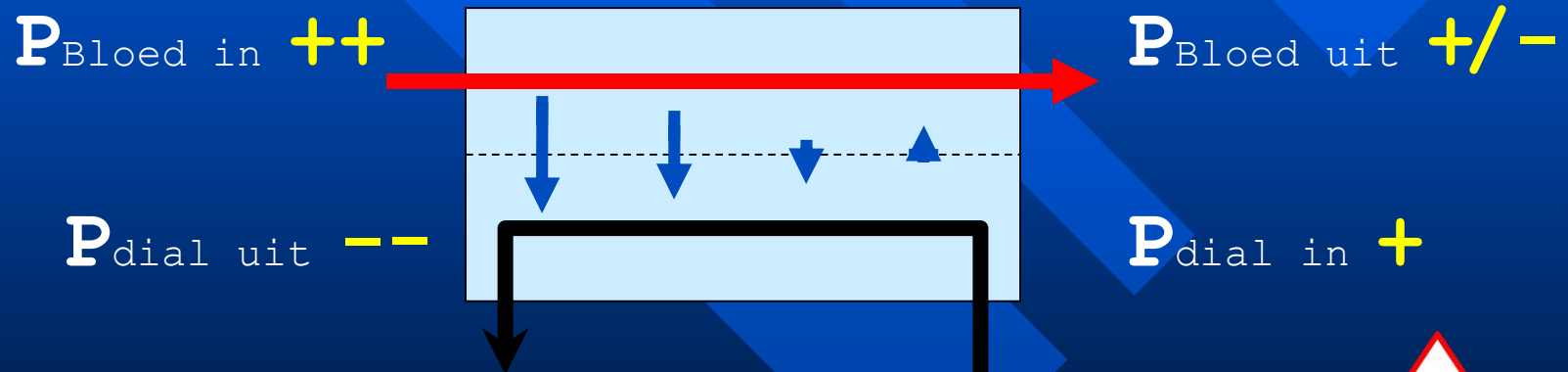
**Controleer snel op afknikking of stolling!**



## 6. TMP regelingen

- Backfiltratie: (TMP erg laag tot negatief)
  - Plaatselijk stroomt dialysaat door het membraan naar het bloed terug (hygiënisch toelaatbaar met ultrapuur dialysaat);

Drukken in de Kunstnier:



**UF verhogen en verschil compenseren (HDF)**



## 5. TMP praktisch

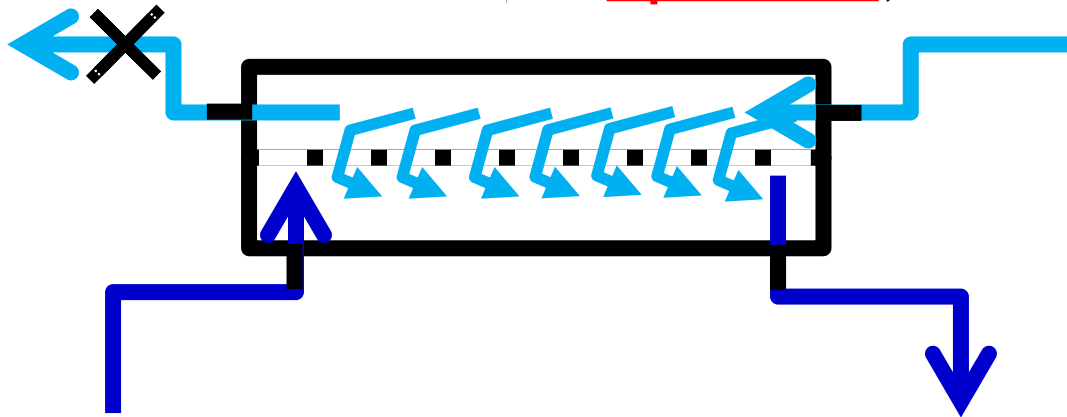
- **Veneuze drukmeter is nat:**
  - Zeer onbetrouwbare meting;
  - Controleer steeds bij afwijkende TMP waarden;
- **Kunstnier doorlaatbaarheid:**
  - Toleranties tussen membranen van hetzelfde type;
  - Afhankelijk van de kwaliteit van UF !priming!;
- **TMP formule:**

**Beredeneer een TMP evolutie!**



# Vullen & Spoelen

- ▶ Dialysaat circuit vullen;
- ▶ **UF circuit vullen;**
- ▶ Bloedcircuit vullen; + spoelen;



- ▶ Spoelen = Dialyse ⇔ Stolling + residu;

**Lucht drijft naar boven  
en lucht plakt,**



**Een kunstnier spoelt zichzelf niet !**

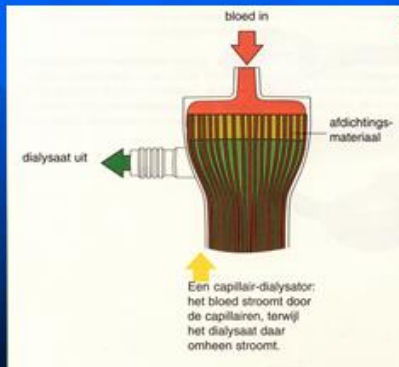
**Elk heel heel heeel ...  
onwaarschijnlijk residu  
gaat direct in de bloedbaan van de patiënt.**

# Basis > 1970

## ► KN

De kunstnier

### 2. Een goede kunstnier



Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

De kunstnier

### 1. Indeling kunstnieren

- Membraan materiaal en specifieke eigenschappen,
- Moleculair gewicht **cut-off** (< 10% doorlaten),
- Membraan oppervlakte: 1,2m<sup>2</sup> tot 2,5 m<sup>2</sup>,
- Ultrafiltratie coëfficiënt:
  - Low flux= 10ml/h.mmHg tot 30ml/h.mmHg
  - (Mid flux)
  - High flux= 50ml/h.mmHg tot 80ml/h.mmHg

ORPADT: 'De Link' - 18/5/17  
Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

# 1. Indeling kunstnieren

- Membraan materiaal en specifieke eigenschappen,
- Moleculair gewicht **cut-off** (< 10% doorlaten),  
→ *Convectie*
- Membraan oppervlakte: **1,2m<sup>2</sup>** tot **2,5 m<sup>2</sup>**,  
→ *Diffusie*



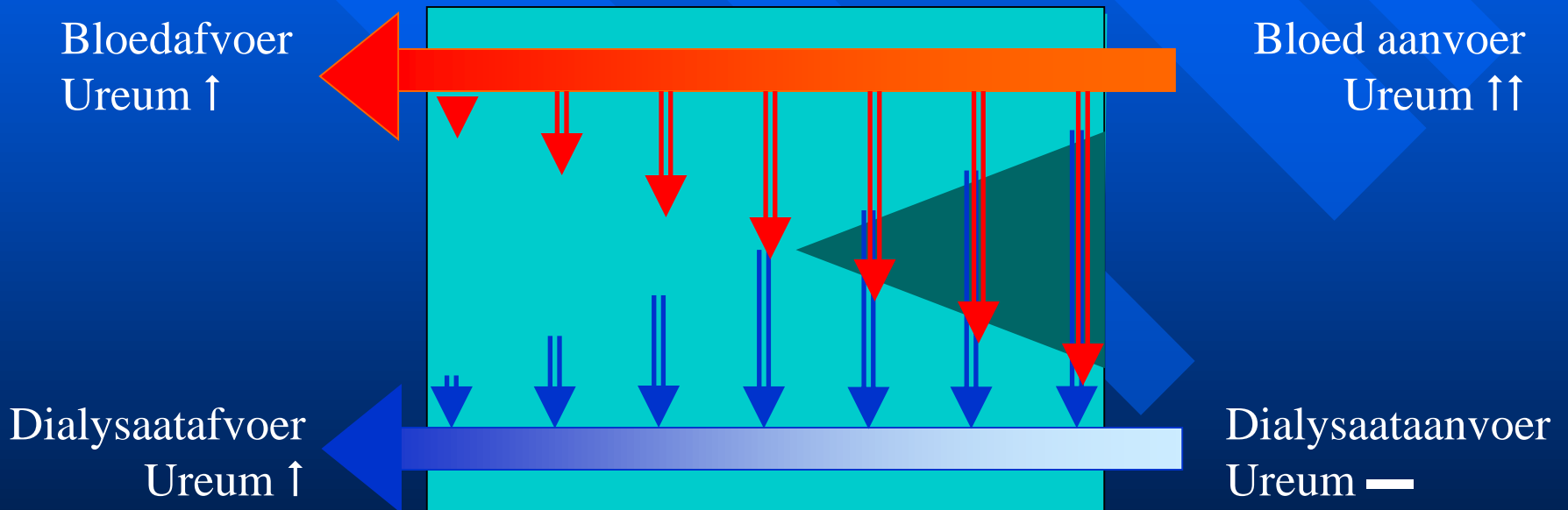
# 1. Gelijke stroomrichting

Onevenwicht concentratiegradiënt

Capaciteit niet benut

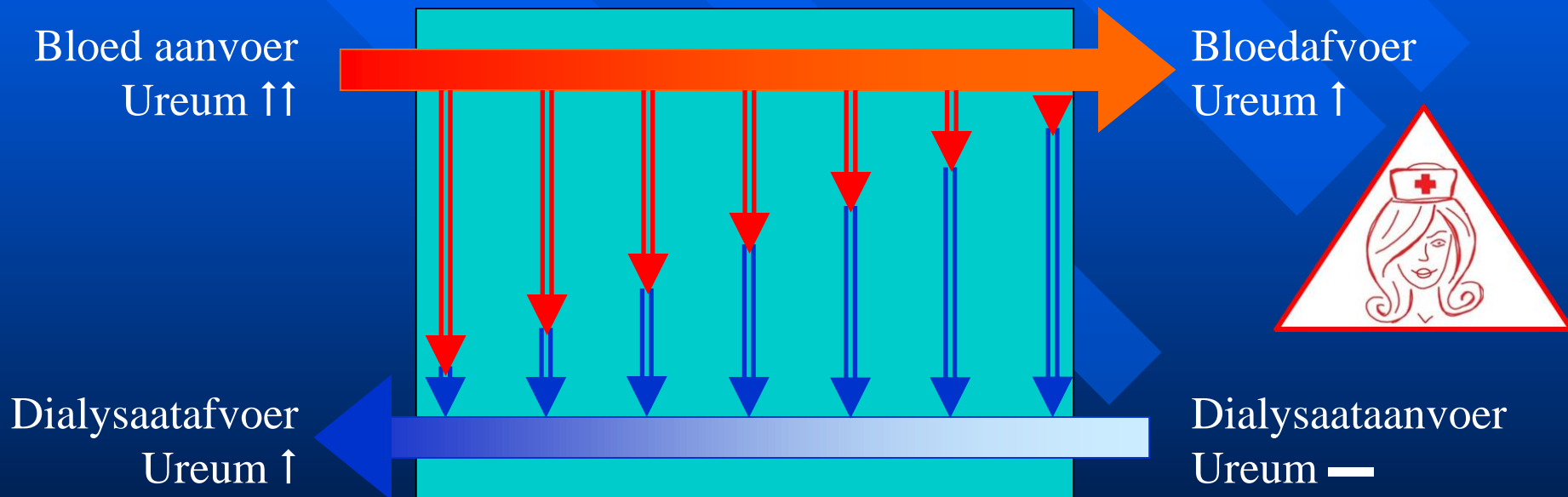


Capaciteit te klein



## 1. Tegengestelde stroomrichting

Evenwichtig concentratiegradiënt, capaciteit ten volle benut



# 1. Indeling kunstnieren

- Membraan materiaal en specifieke eigenschappen,
- Moleculair gewicht **cut-off** (< 10% doorlaten),  
→ *Convectie*
- Membraan oppervlakte: **1,2m<sup>2</sup>** tot **2,5 m<sup>2</sup>**,  
→ *Diffusie*
- Ultrafiltratie coëfficiënt: → *Ultrafiltratie*
  - Low flux= **10ml/h.mmHg** tot **30ml/h.mmHg**
  - (Mid flux)
  - High flux= **50ml/h.mmHg** tot **80ml/h.mmHg**

## 4. Ultrafiltratie coëfficiënt

**UFc** = Doorlaatbaarheid van KN:  
(**ml / h.mmHg**)

**ml**: Hoeveelheid vloeistof dat

**h**: in 1 uur door het membraan stroomt

**mmHg**: bij een drukval van 1 mmHg.

$$UF_{rate} = \frac{UF}{\text{tijd}}$$
$$TMP = \frac{UF_{rate}}{UF_c}$$

## 5. TMP praktisch

1.  $UF_c: 5\text{ml/h.mmHg}$       HD: 2L over 4h  
 $UF_{rate} = 500\text{ml/h}$       TMP = 100 mmHg
2.  $UF_c: 5\text{ml/h.mmHg}$       HD: 4L over 4h  
 $UF_{rate} = 1000\text{ml/h}$       TMP = **200** mmHg
3.  $UF_c: \underline{50\text{ml/h.mmHg}}$       HD: 4L over 4h  
 $UF_{rate} = 1000\text{ml/h}$       TMP = **20** mmHg

## 5. TMP praktisch

TMP ↘

TMP ↗

- UF ↗
- Tijd ↗
- UFc ↗
- $P_{ven}$  ↗ of  $P_{art}$  ↘
- Stolling in KN
- Stolling in luchtkamer ↗
- Afknikking voor KN
- Bloed of dialysaatflow ↗

$Q_{bloed} \lll UF \rightarrow TMP \text{ onstabiel}$

# 2 Basis > 1970

## ▶ SN

Het bloedcircuit

### 1. Tweenaald dialyse

- Aparte arteriële en veneuze 'naald'
- Arteriële pomp levert bloeddebiet
- Continu stroming, kleppenwerking enkel bij alarm



Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

Het bloedcircuit

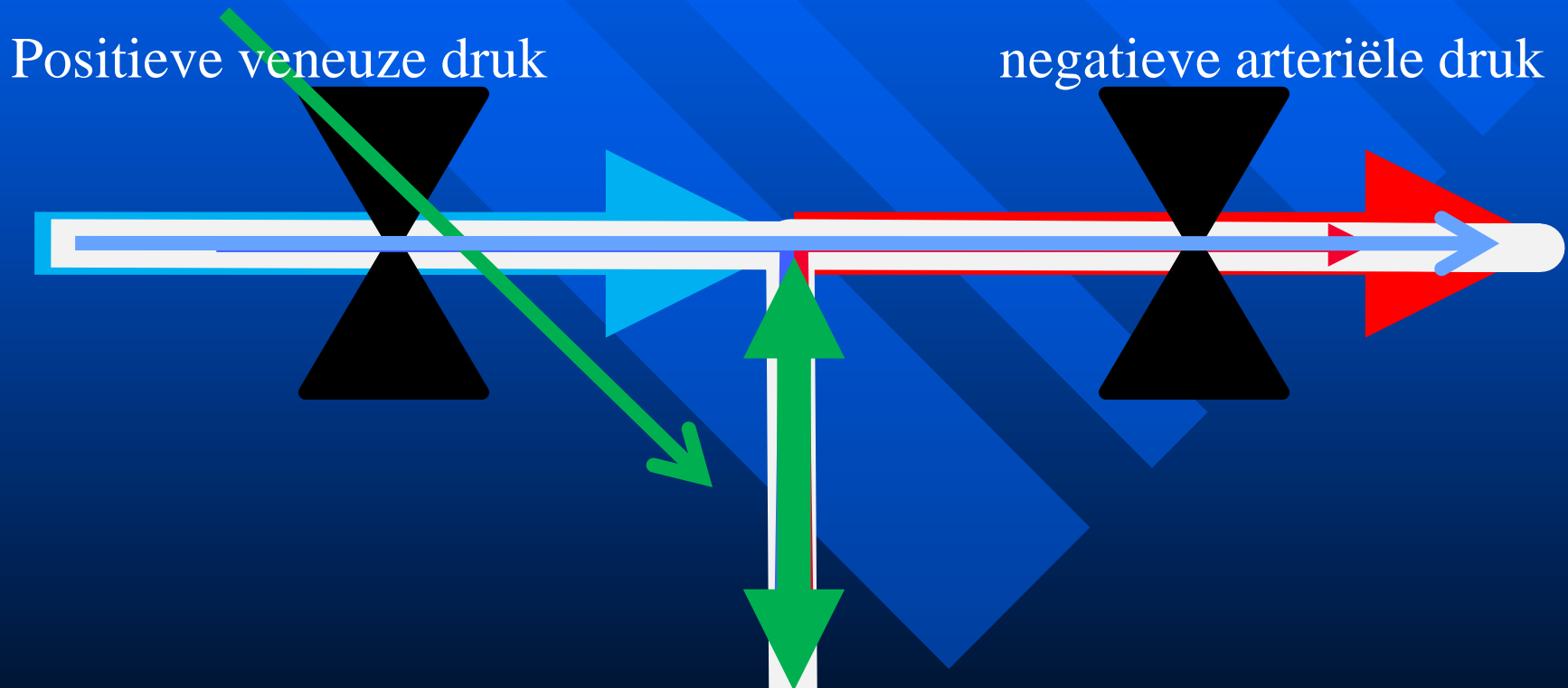
### 2. Eénaald dialyse



Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

# Een-naald Recirculatie

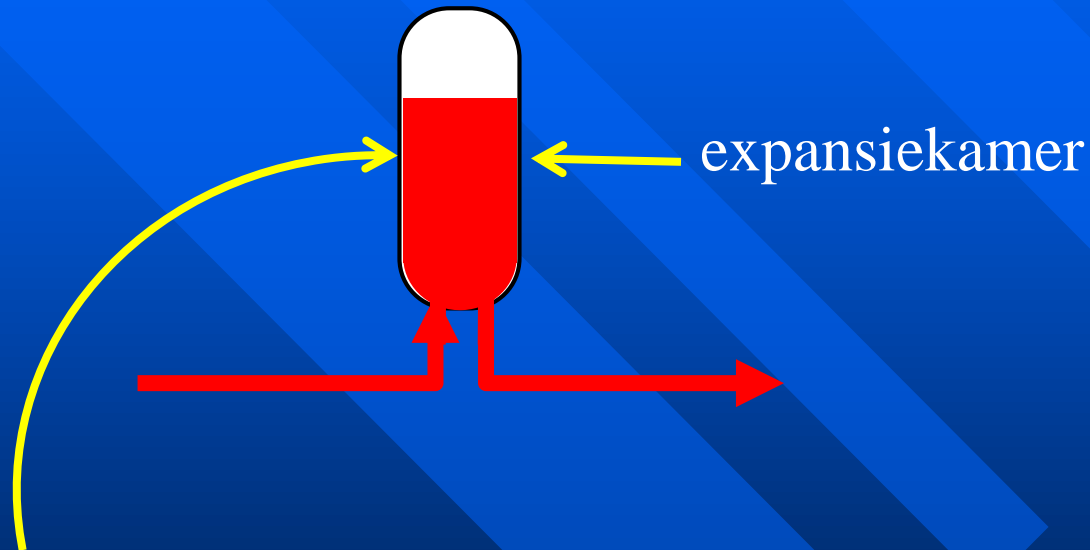
- Arteriële en veneuze klep voorkomen circulatie van bloed;
- Er is altijd een klein volume recirculatie per art/ven fase;





# Bloedvolume

- Arteriële fase → bloed in de expansiekamer ;
- Veneuze fase → bloed uit de expansiekamer ;



- **Slagvolume** = bloedvolume van één art/ven fase;

- **Totaal bloedvolume** = Slagvolume x aantal art/ven fases;

# Efficiëntie van éénnaaldtherapie

- Gemiddelde bloedflow =  $\frac{\text{maximale bloedflow}}{2}$
- Vast volume recirculatie per art/ven fase:
  - Hoger slagvolume → minder fases → minder recirculatie  
→ meer kans op stilstand ( $P_{\text{art}}$  en  $P_{\text{ven}}$ )

Bloedflowstilstand ten alle tijden vermijden;



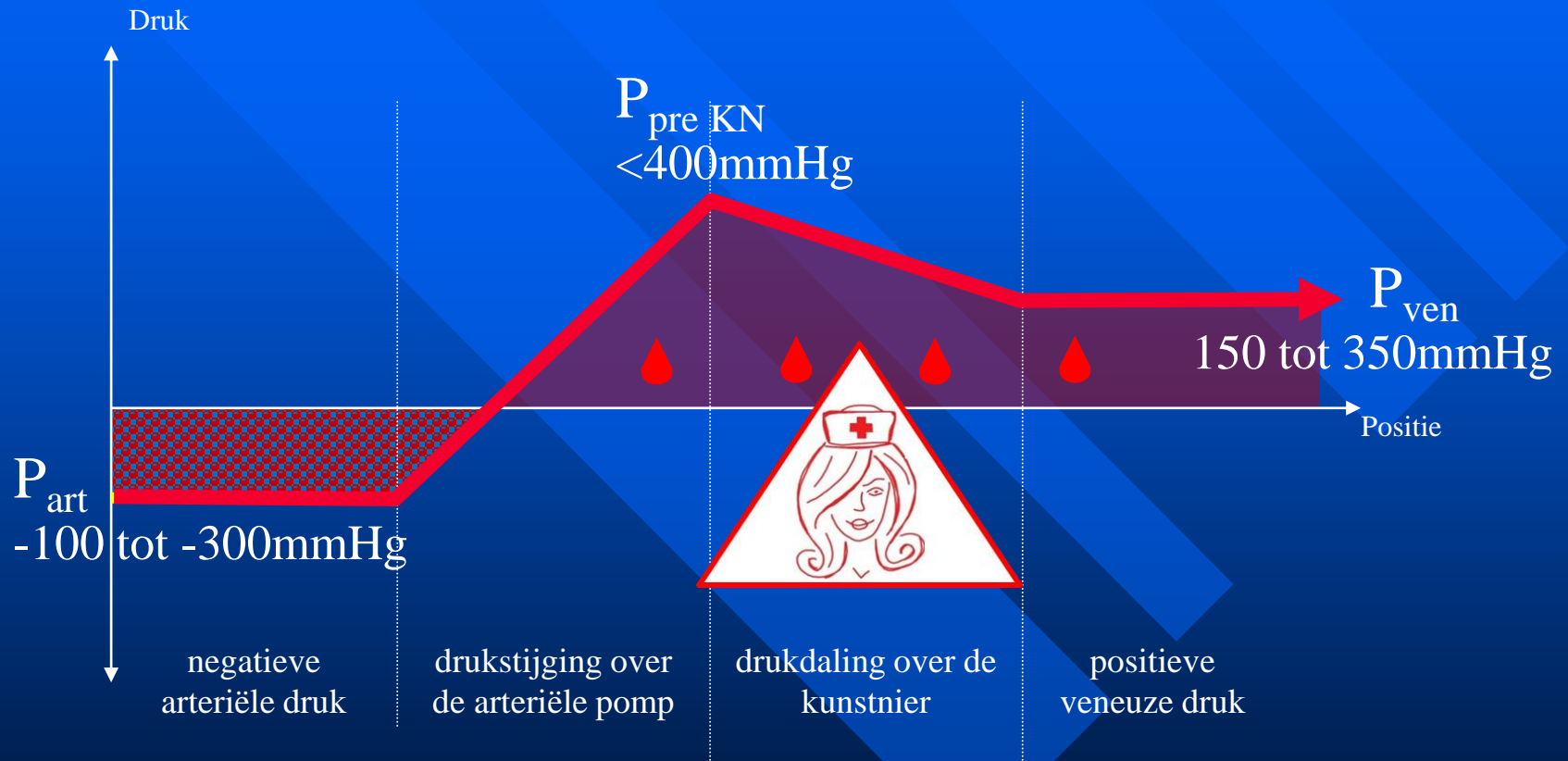
**Efficiënte** naalds therapie

is **egode**

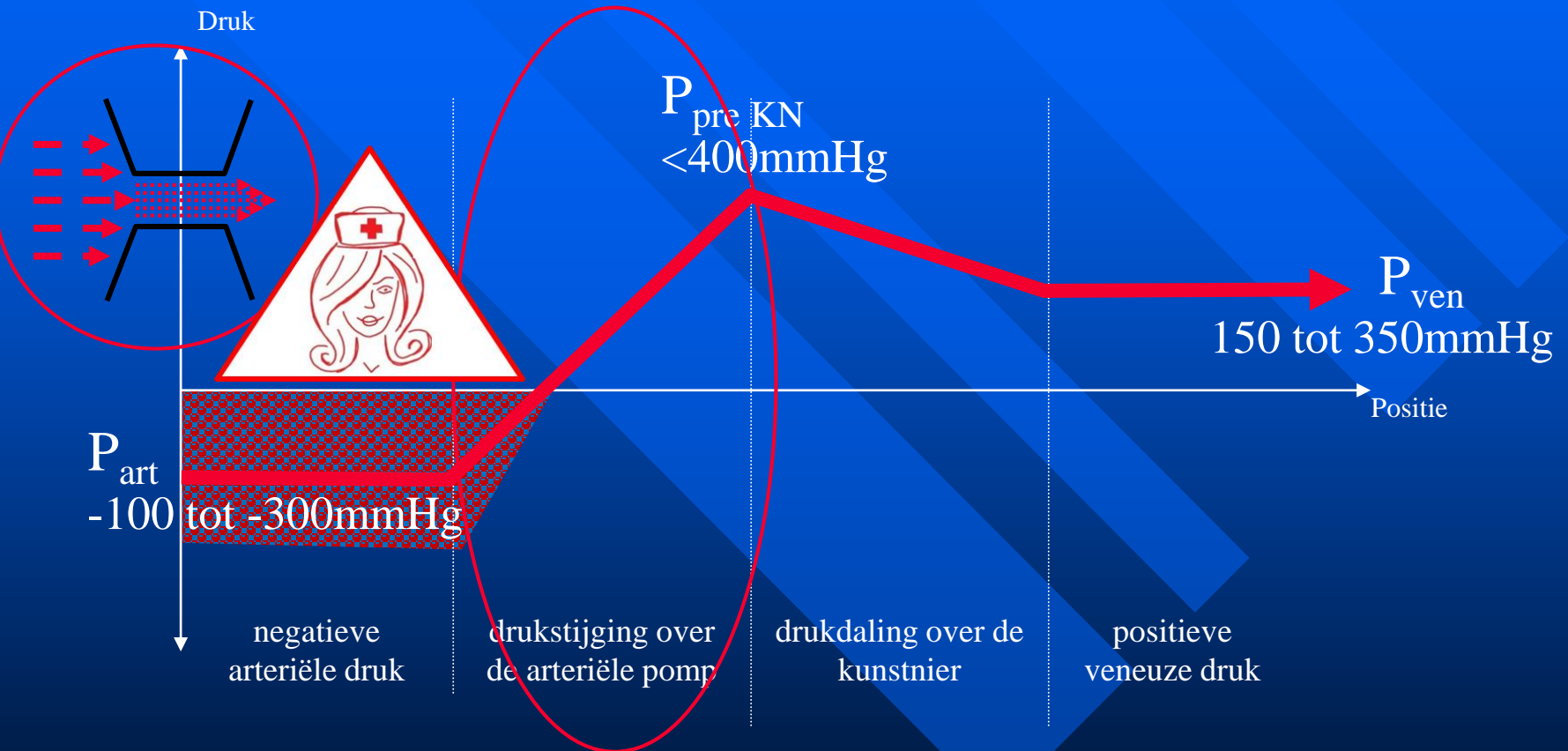
**NOOD**lossing

**bij patiënttoegang problemen.**

# Enkelpomp drukverloop



# Bloedpompsnelheid



# Basis > 1980

## ▶ Concentraten A + B

Dialysaat

### 2. Dialysaatconcentraten

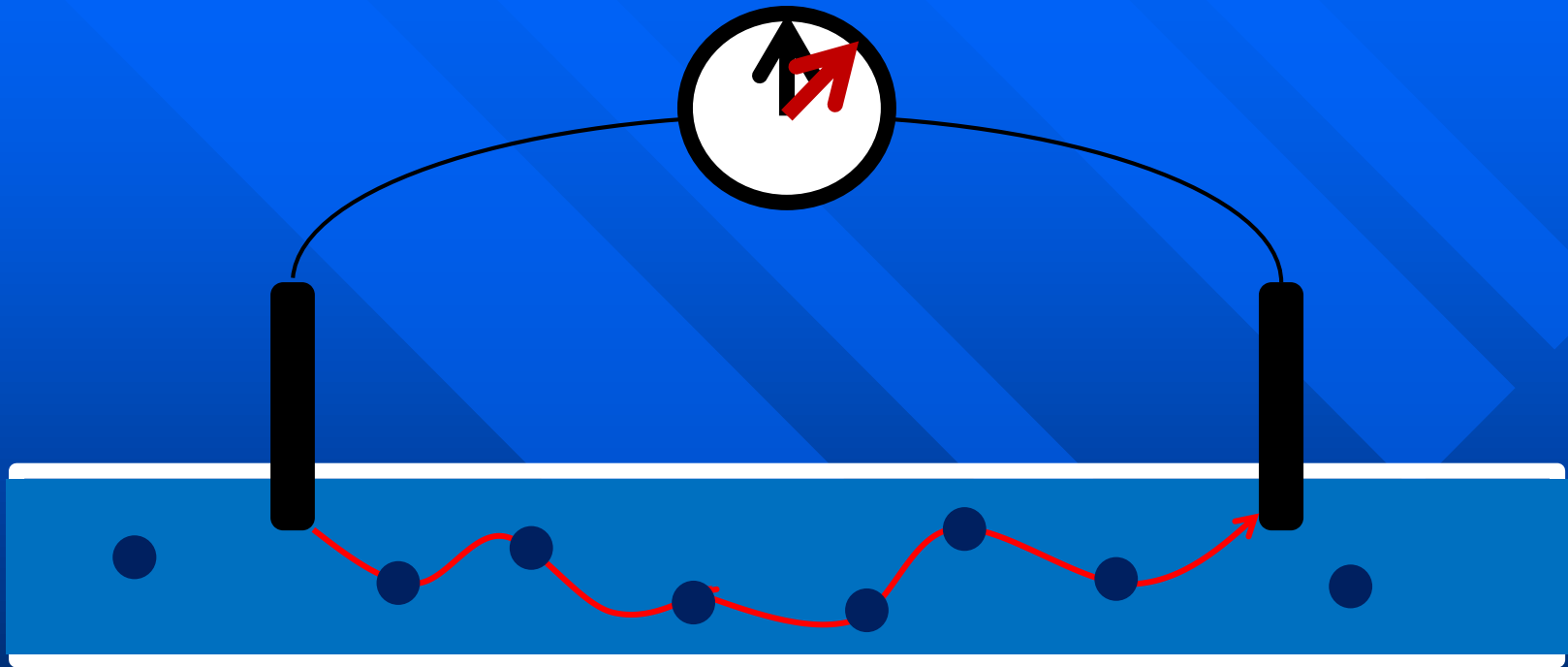
- A-concentraat;
  - Centraal / vloeibaar / (droog);
  - ‘Zuur’ componenten;
  - Alle ionen ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ , ...) excl.  $\text{HCO}_3^-$ ;
- B-concentraat;
  - Droog;
  - Gevoelig aan contaminaties;
  - Bicarbonaat →  $\text{NaHCO}_3$

Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst

## 2. Dialysaatsamenstelling

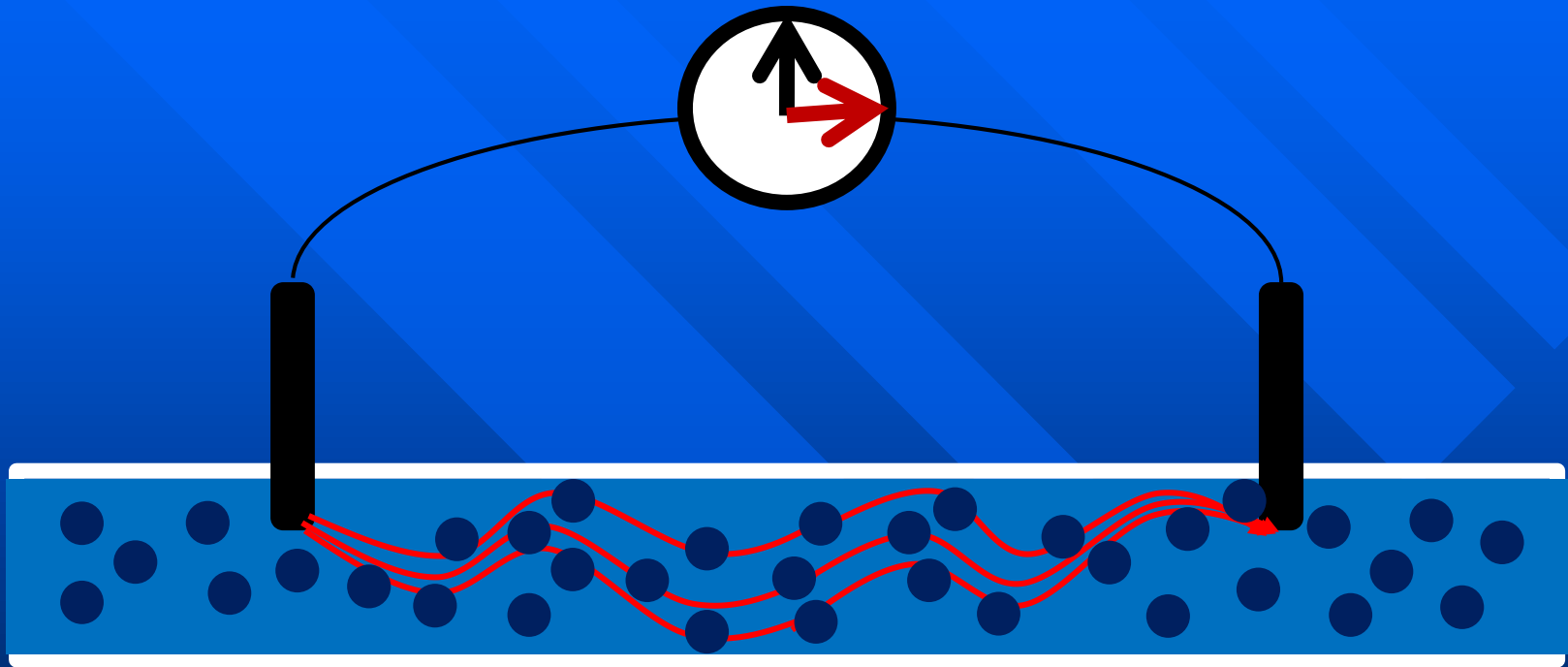
- Geleidbaarheid (Siemens 'S');
  - Maatstaf voor alle vrije ionen;
    - » RO – water =  $5\mu\text{S}$  (0,000005 Siemens);
    - » A + RO = 11mS
    - » B + RO = 3mS
    - » Dialysaat = 14mS (0,014 Siemens);

# Lage geleidbaarheid





# Hoge geleidbaarheid



## 2. Dialysaatsamenstelling

### ■ Geleidbaarheid (Siemens 'S');

– Maatstaf voor **alle** vrije ionen;

$$\gg A + RO = 11\text{mS}$$

$$\gg B + RO = 3\text{mS}$$

### ■ Volumetrische menging;

– Gekende samenstelling per ml concentraat;

- A-concentraat = ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ , ...) exl.  $\text{HCO}_3^-$ ;
- Azijnzuur  $\rightarrow 4 \text{CH}_3\text{COOH} \Leftrightarrow 4 \text{CH}_3\text{COO}^- + 4 \text{H}^+ \rightarrow \dots 4 \text{CO}_2$
- Citroenzuur  $\rightarrow 1 \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 \Leftrightarrow 1 \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-} + 3 \text{H}^+ \rightarrow \dots 3 \text{CO}_2$
- B-concentraat =  $\text{NaHCO}_3$

**Voor een correcte menging van concentraten moet het toestel de concentraten kennen.**

**Selecteer correct de gebruikte concentraten in het toestel !**



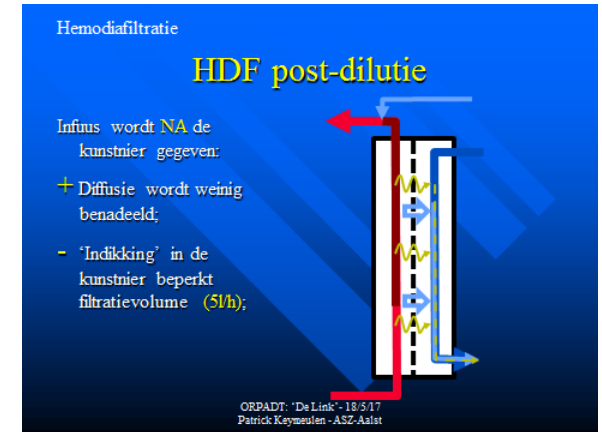
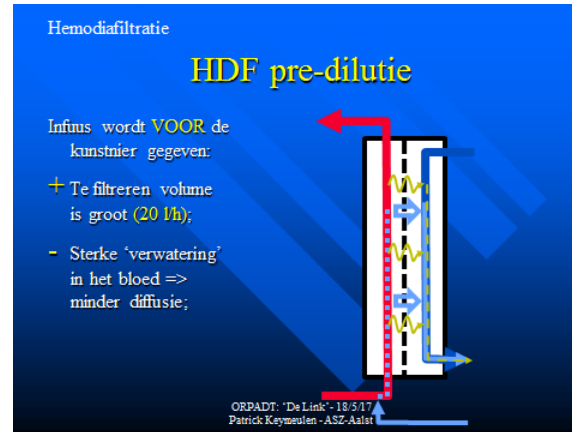
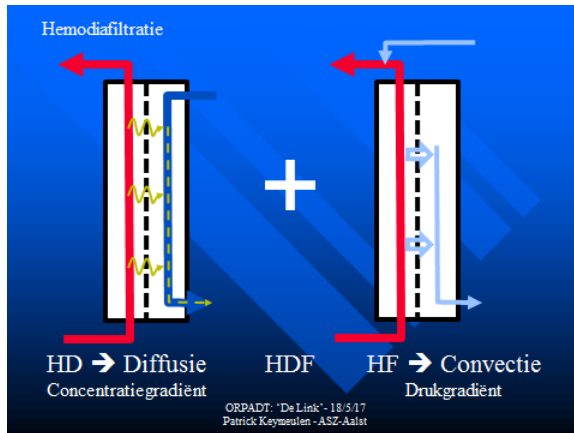
# Basis > 1990

## ▶ HDF

$$\text{HDF} = \text{HD} + \text{HF}$$

>20 L/h convectie  
Minder diffusie

<5L/h convectie  
Betere diffusie



# Basis > 2000

## ► Kwaliteit





Water → H<sub>2</sub>O → HDF

Kg ≠ BV ≠ UF ≠ 

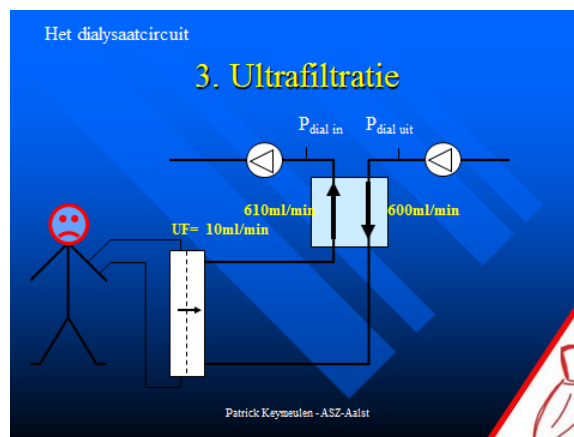
Therapie controle

Waterbehandeling

### Bacteriën & endotoxines

- Bacteriën  test 
- Endotoxines  test 

Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst



Hemodialyse

### 4.5. Klaring actueel

- **KT/V** is achterhaald als heersende maatstaf van dialyse kwaliteit.
- **KT**, als formule, negeert het grote belang van Tijd t.o.v. Klaring.
- **K** als meting geeft de momentele mogelijke efficiëntie weer.

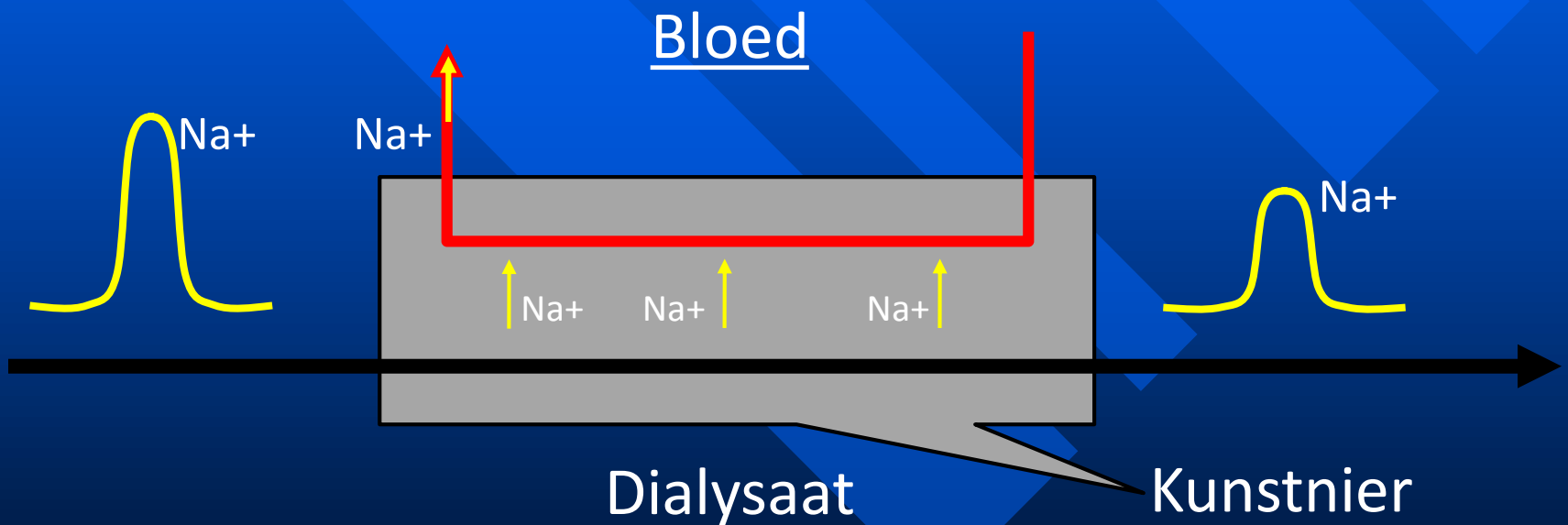
**Een klaringcontrole  
vermijdt een slechte therapie  
maar garandeert geen goede.**

ORPADT: 'De Link' - 18/5/17  
Patrick Keymeulen - ASZ-Aalst



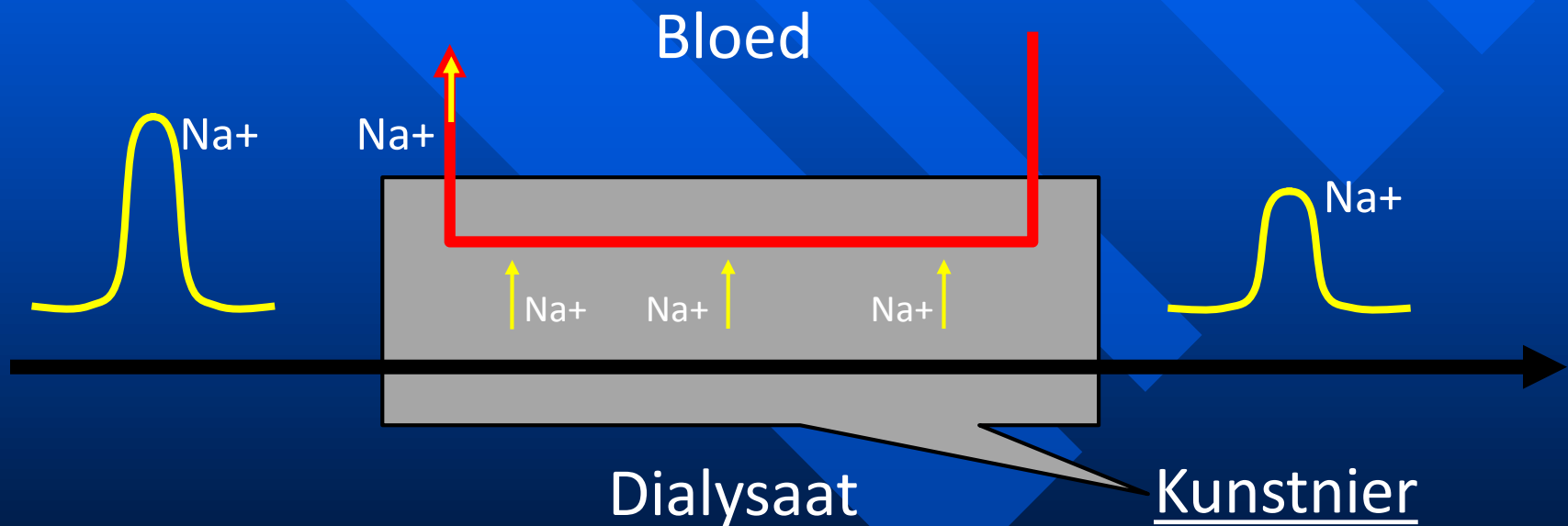
## 4.1A. Klaringsmeting: $Q_b$

- Meting van natrium diffusie als maatstaf voor ureum diffusie;



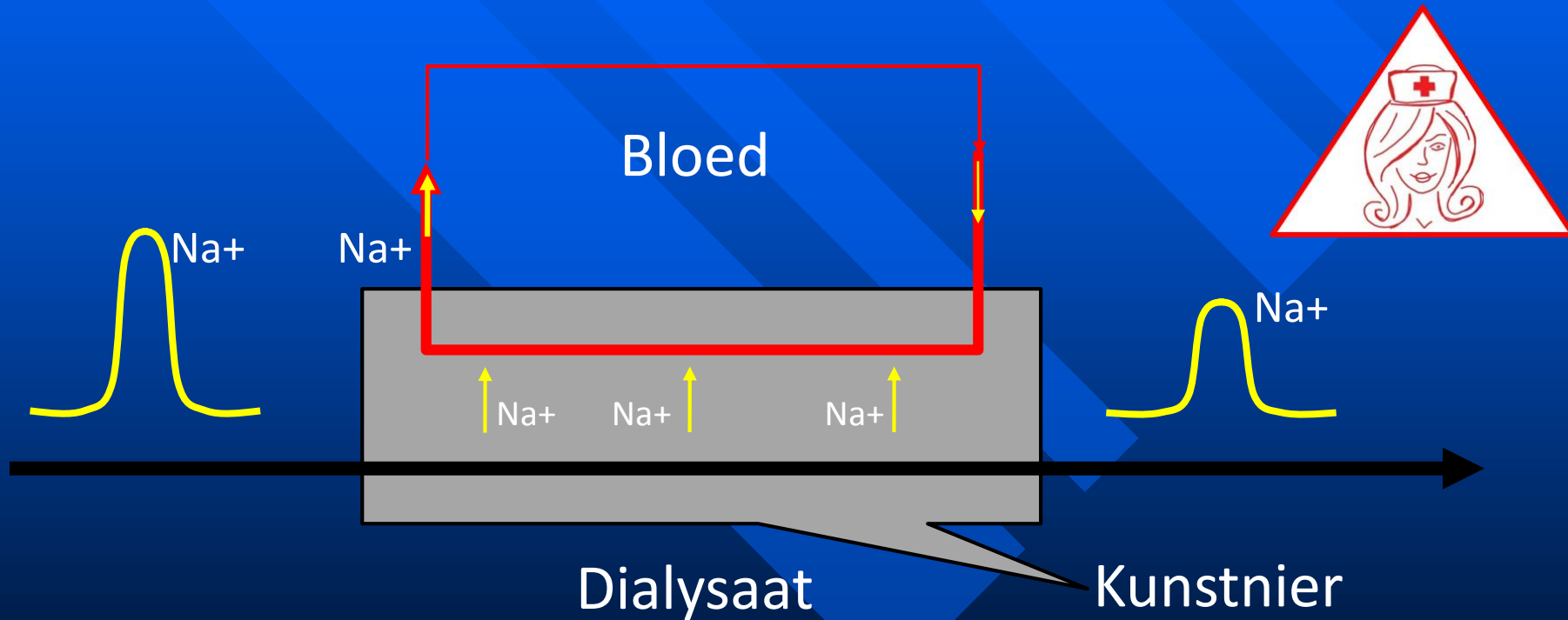
## 4.1C. Klaringsmeting: KN

- Meting van natrium diffusie als maatstaf voor ureum diffusie;




## 4.1D. Recirculatiesmeting:

- Meting van natrium diffusie als maatstaf voor ureum diffusie;





# Dialyse Basiskennis

- ▶ < 1940 = Manuele therapie;
- ▶ > 1940 = Geautomatiseerde therapie;
- ▶ > 1950 = Geautomatiseerde UF;
- ▶ > 1960 = TMP;
- ▶ > 1970 = Kunstnieren / Eennaaldsdialyse;
- ▶ > 1980 = Concentraten A+B;
- ▶ > 1990 = HDF;
- ▶ > 2000 = Kwaliteit (BV, KT, Hygiëne, ...);
- ▶ > 2010 = Standardisatie 

~~Basis~~ > 2010



\* persoonlijke mening

~~Basis~~ > 2015



**Doe wat je zegt  
&  
Zeg wat je doet**

\* persoonlijke mening

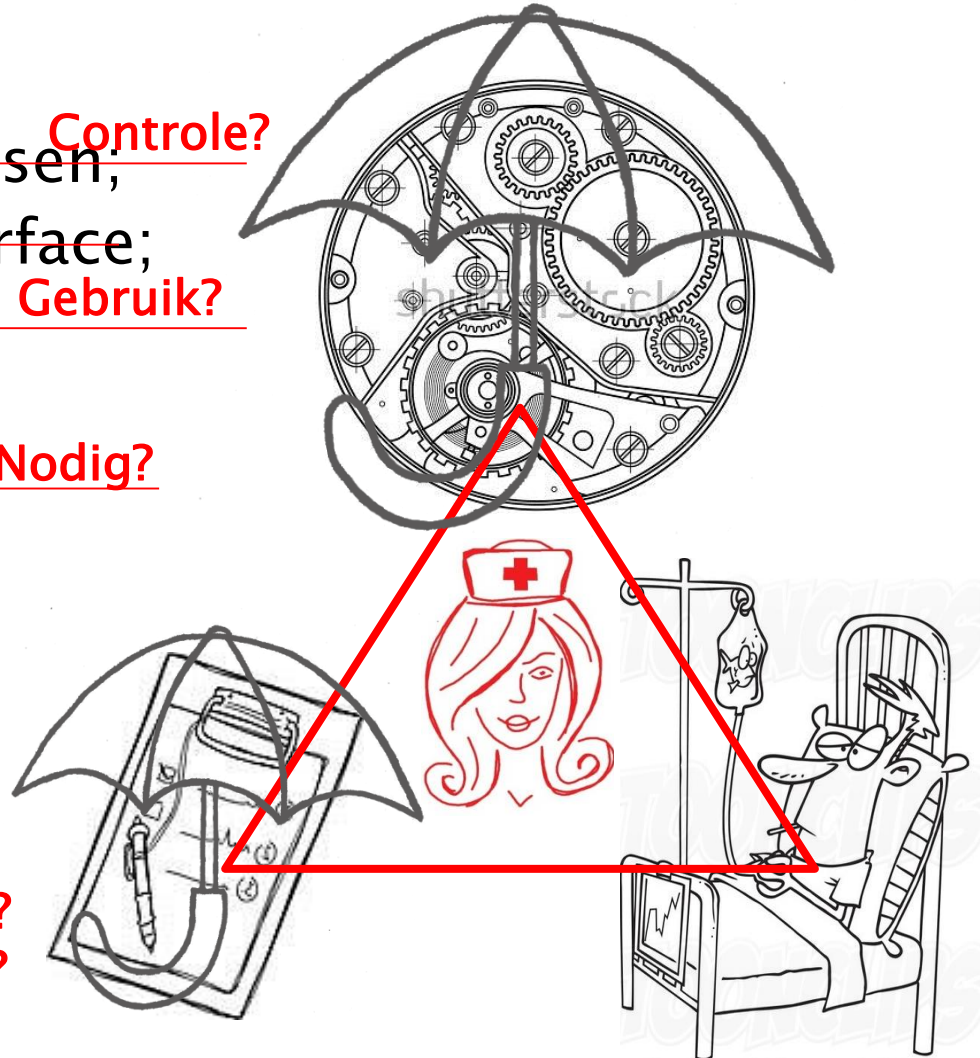
# Dialyse anno 2017?

## ▶ 'Smart' Device

- ~~Automatische processen;~~ **Controle?**
- ~~Vereenvoudigde interface;~~ **Begrip?**
- ~~Dubbele veiligheid;~~ **Gebruik?**
- ~~Geheugen;~~ **Accuraat?**
- ~~Aanvullende opties;~~ **Nodig?**

## ▶ Therapie

- ~~Checklist;~~ **Nadenken of meedoen?**  
**Meedenken of nadoen?**

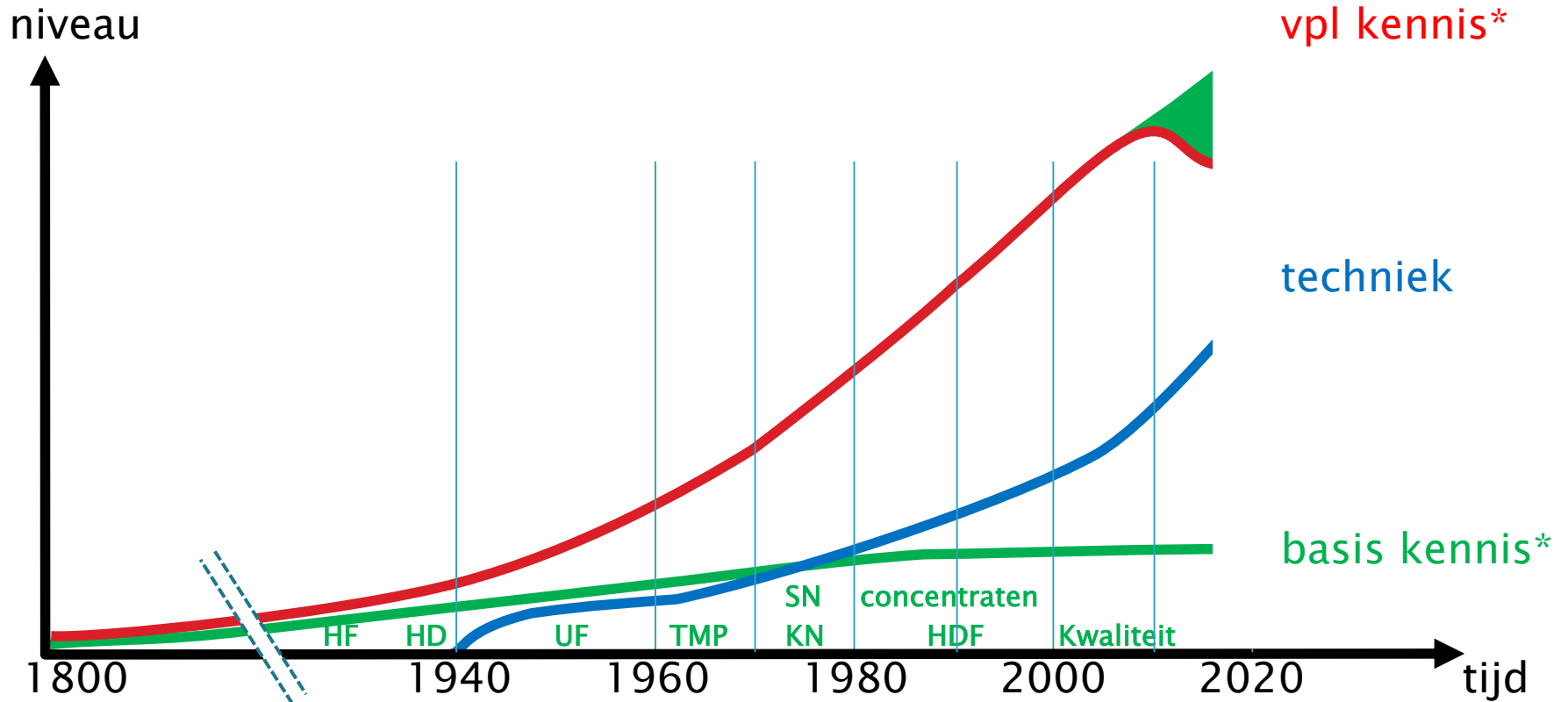


# Basis > 2017

**Doe wat je ~~weet~~  
&  
~~Weet~~ wat je doet**

\* persoonlijke mening

# Dialyse evolutie\*



\* persoonlijke mening



**Dank U  
voor  
uw aandacht.**

The greatest enemy  
of knowledge  
is not ignorance,  
it is the illusion  
of knowledge.

Stephen Hawking