

Thema: Dialysatoren vom 23.03.2023

Referentin: Frau Claudia Garschhammer

Markt:

Kapillarfilter-Hohlfaserdialysator, Plattenfilter

Aufbau:

- Kappen und Gehäuse aus Poly - propylen (PP) oder- carbonat (PC)
- Polynephron, Polysulfon, Polyamid oder Cellulose-basiert Cellulose-triacetat
- Vergussmasse aus Polyurethan (PU)
- 10.000 bis 20.000 Kapillarfaseren
- Oberfläche ca. 0,9m² bis 2,5m²
- Füllvolumen ca. 62 ml bis 140 ml
- Durchmesser 200 µm = 0,2 mm
- Wandstärke 40 µm = 0,040 mm

Der Dialysator besteht aus einem Bündel von Hohlfasern, die Membran der Hohlfaser ist semipermeabel.

Semipermeabel (Bedeutung): Die Poren der Membran sind für Wasser und kleinere Moleküle durchgängig; Blutzellen und größere Moleküle wie Proteine können die Membran nicht passieren.

Die Oberfläche des Dialysators wird in Quadratmetern angegeben (Berechnung: Oberfläche einer einzelnen Hohlfaser x der Zahl aller Hohlfaser im Dialysator)

Dialysator und Clearance:

Clearance (Bedeutung) Der Clearancewert eines Dialysators für eine bestimmte Substanz (z. B. Harnstoff) gibt das Blutvolumen an, welches nach einminütigem Durchfluss durch den Dialysator komplett von der betreffenden Substanz befreit ist.

D. h. wenn 200ml Blut in einer Minute durch den Dialysator fließt und anschließend 170 ml komplett von Harnstoff befreit ist, beträgt die Harnstoffclearance 170.

Meßbarer Wert für uns: Kt/V

K= Harnstoffclearance

T= Zeit

V= Verteilungsvolumen (Gewicht)

Formel:
$$\frac{K \times T}{V}$$

Kt/V sollte den Wert 1,3 nicht unterschreiten

Welche Faktoren beeinflussen die Clearance:

Individual Faktoren:

- Molekulargewicht und Kinetik
- Blutpumpengeschwindigkeit
- Zusammensetzung der Dialysierlösung (Dialysance)
- Gleichstrom/Gegenstrom
- Füllen des Dialysators

Dialysator

- Oberfläche
- Highflux-/Midflux/Lowflux
- Siebkoeffizient/Cut off
- Qualität der Porenstruktur/Membranstruktur
- Innendurchmesser der Hohlfaser (Druck)

Gleichstrom:

Beim Gleichstromverfahren ist spätestens nach zwei Drittel der Wegstrecke durch den Dialysator die Konzentration harnpflichtiger Substanzen im Blut und in der Dialysierlösung identisch. Im verbleibenden Drittel findet kein diffusiver Stoffaustausch mehr statt

Gegenstrom:

Durch das Gegenstromprinzip ist auf dem ganzen Weg des Blutes durch den Dialysator die Konzentration harnpflichtiger Substanzen im Blut immer höher als in der Dialysierflüssigkeit. Dies ermöglicht einen diffusiven Stofftransport auf der gesamten Dialysatorstrecke aus dem Blut in die Dialysierlösung.

Wann sollte Gleichstrom eingesetzt werden:

Bei Erstdialysen um eine „schonendere“ Dialyse durchzuführen. Vor allen Dingen um ein sogenanntes Dysäquilibriumssyndrom zu vermeiden.

Dysäquilibrium bedeutet: Bei der Dialyse wird dem Blut Harnstoff entzogen, die sinkende Harnstoffkonzentration hat zur Folge, dass Harnstoff von der Zelle zum Blut hin diffusiv übertritt. Da jedoch Harnstoff eine osmotisch wirksame Substanz ist, welche die Zellmembran des Gehirns nur sehr langsam durchwandert, entsteht zwischen Blut und Hirnzelle ein osmotischer Gradient, der zum Flüssigkeitseinstrom in der Zelle führt und daraus folglich zum Hirnödem.

Symptome:

- Heftige Kopfschmerzen
- Übelkeit bis Erbrechen

➤ Kreislaufprobleme

Clearance und Molekulargewicht:

Die zu entfernenden Stoffe (Harnstoff, Krea. usw.) haben eine bestimmte Größe und Gewicht. Diese werden eingeteilt in Dalton:

Kleine Dalton Zahl= kleines Molekül

Große Dalton Zahl = großes Molekül

z.B. hat Harnstoff eine Größe von 60D

dagegen Albumin 66000 D

Wir sprechen bzgl. Dialysator vom sogenannten Siebkoeffizient:

Der Siebkoeffizient drückt das Konzentrationsverhältnis einer Substanz im Filtrat zur mittleren Konzentration im Blut aus.

Siebkoeffizient 1,0 = alle Moleküle dieser Größe können durch die Membran

Siebkoeffizient 0,5 = 50% aller Moleküle dieser Größe können durch die Membran

Siebkoeffizient 0 = kein Austausch möglich

$$\text{Siebkoeffizient} = \frac{2 \times \text{Konzentration im Ultrafiltrat}}{\text{Konzentration BE} + \text{Konzentration BA}}$$

<u>Vitamin B12</u>	<u>Inulin</u>	<u>Myoglobin</u>	<u>Albumin</u>
<u>0,989</u>	<u>0,926</u>	<u>0,223</u>	<u>0,002</u>
SC (EN 1283) / QB 300ml/min Qf 60ml/min			

Cut off = die Grenze der Durchlässigkeit der Moleküle

Cut off lässt sich am Siebkoeffizient erkennen

Siebkoeffizient 0,002 = 0 d.h. keines dieser Moleküle kann die Membran passieren.

High-flux Dialysator = Cut off von >< 60000D

Mid -flux Dialysator = Cut off von >< 20000D

Low -flux Dialysator = Cut off von >< 9000D

Backfiltration:

Bei geringen Ultrafiltrationsmengen/ Stunde kann es zu Druckumkehr im Dialysator kommen, d.h. der Druck auf der Wasserseite ist höher als der auf der Blutseite. Es kann Flüssigkeit von der Wasserseite auf die Blutseite Man spricht hier von Backfiltration. (Highflux-Einsatz)

Negative Auswirkungen entfallen bei Einsatz von Ultrafiltern an den Geräten, da die Dialysierflüssigkeit dann den hohen mikrobiologischen Ansprüchen (Qualität) nachkommt. Da es bei der Backfiltration immer auch ein höherer konvektiver Stoffaustausch stattfindet, kann man diesem Phänomen bei einer steril aufbereiteten Dialysierflüssigkeit innerhalb eines geschlossenen Kreislaufrs sogar einen positiven Effekt abgewinnen.

Teilweise werden die Filter bzw. Hohlfasern so hergestellt, dass diese zum Ende der Hohlfaser hin einen engeren Durchmesser haben und dadurch eine „gewollte“ Erzeugung von Rückfiltration. (Steigerung der Mittelmolekül Clearance „kleine HDF“)

TMP=Transmembrandruck (Errechner Wert, kein Druckabnehmer):

Definition: Der TMP ist die Druckdifferenz zwischen der Blutseite und der Wasserseite der Membran.

Formel:

$$\text{TMP} = \frac{\text{UFR}}{\text{UFF}} \quad (\text{Ultrafiltrationsrate/Stunde})$$

UFF (Ultrafiltrationsfaktor)

Genauere Formel:

$$\text{TMP} = \frac{\text{PBE} + \text{PBA}}{2} - \frac{\text{PDE} + \text{PDA}}{2}$$

PBE= Druck Bluteingang

PBA= Druck Blutausgang

PDE= Druck Dialysateingang

PDA= Druck Dialysatausgang

Ultrafiltrationsfaktor (KUF)

Der Ultrafiltrationsfaktor (KUF) eines Dialysators gibt an, wieviel ml Wasser bei einem Transmembrandruck (TMP) von 1 mm/Hg Druckdifferenz in einer Stunde entzogen werden kann. Den UF- Faktor kann man in der GBA jedes Dialysators nachlesen.

Dialysator Ultrafiltrationsfaktor

1 ml Flüssigkeitsentzug bei 1 mm/HG TMP in 1 Stunde

UF Faktor 1 = 1 mm/HG TMP = 1ml

UF Faktor 10 =	1 mm/HG	TMP =	10ml
UF Faktor 40 =	1 mm/HG	TMP =	40ml
UF Faktor 40 =	100 mm/HG	TMP =	4000ml
UF Faktor 40 =	25 mm/HG	TMP =	1000ml

Merke:

1. Ultrafiltrationsfaktor x TMP = UF-Rate in ml / Stunde
2.
$$\frac{\text{UF-Rate in ml /Stunde}}{\text{UF-Faktor}} = \text{TMP}$$
3.
$$\frac{\text{UF-Rate in ml /Stunde}}{\text{TMP}} = \text{UF-Faktor}$$

Biokompatibilität:

Definition:

- Als biokompatibel bezeichnet man in der Medizin Materialien bzw. Werkstoffe, die im direkten Kontakt mit lebenden Geweben keinen negativen Einfluss auf deren Stoffwechsel haben
- Die Zertifizierung der Biokompatibilität von medizinischen Werkstoffen und Produkten erfolgt nach der ISO 10993 1-12
- Die Blutverträglichkeitsbewertungen erfolgen nach statischem oder dynamischen Kontakt mit dem Medizinprodukt auf Vollblut bzw. Plasma

ISO 10993 1-12

- Thrombozytenadhäsion- REM ELISA (enzyme linked immunosorbent assay)
- Best. der Thrombingeneration (TAT-Komplex)
- Best. der Gerinnungszeiten (PTT, APTT, TZ)
- Komplementaktivierung (C5a)
- Proteinsynthese (Eiweißbildung)
- Zellzahlbestimmung (Leukozyten)
- Hämoglobinbestimmung im Plasma (Hämolyse)

Beurteilungskriterien Biokompatibilität

Subjektiv:

- Kopfschmerzen
- Übelkeit
- Müdigkeit
- Juckreiz
- Hustenreiz

Objektiv:

- Aktivierung des Komplementsystems
- Aktivierung des Gerinnungssystems
- Einfluss auf die WBC (White Blood count) In den ersten 15 Min. einer Dialyse können hier die weißen Blutkörperchen abfallen, dies wird als ein Zeichen von einer nicht so guten Biokompatibilität gewertet. Cellulosemembranen, Cuprophan und auch Hemophan haben dies ausgeprägt. Synthetische nicht so stark bis fast gar nicht. Die Leukozyten korrigieren sich im Laufe der Dialyse und sind spätestens nach einer Stunde bzw. am Ende der Dialyse wieder normal.

Dialysatzusammensetzung:

Bicarbonat:

sollte sich an der prädialytischen Blutkonzentration orientieren deren Zielwert zwischen 20 – 23 mmol/L liegt um das zu erreichen ist im Dialysat ein Wert von 26 - 32 mmol/L nötig

Natrium:

Das Dialysat Natrium sollte sich eng nach dem Serum Natrium richten mit dem Ziel einer leichten negativen oder neutralen Natriumbilanz
In der Regel wird eine Konzentration zwischen 135 und 140 mmol/L gewählt

Kalium

das Dialysat Kalium wird individuell an das Serum Kalium angepasst. In der Regel werden Einstellungen zwischen 2,0 und 4,0 mmol/L gewählt.