

ABSTRACT KURZFASSUNG

Single-Needle Dialyse

Die Dialysebehandlung findet über einen einzelnen Gefäßzugang statt, entweder über eine Kanüle oder einen einlumigen Zentralen Venenkatheter (ZVK).

Ermöglicht wird dies durch ein Y-Stück, welches das arterielle- und venöse Blutschlauchsystem mit dem Gefäßzugang verbindet und der Aufteilung des extrakorporalen Blutflusses in eine Blutentnahme- und eine Blutrückgabephase.

In den letzten Jahren hat sich die Qualität der temporären und permanenten implantierten Doppellumenkatheter enorm verbessert und die Notwendigkeit einer Single Needle Dialyse sehr stark reduziert.

Bei Bedarf sollte aber jederzeit eine qualitativ hochwertige SN-Dialyse durchgeführt werden

Gründe für eine Single-Needle Dialysebehandlung:

- Schonung des Shunts nach Shuntrevision und kleinem Punktionsareal
- Dasselbe nach Fehlpunktion und Hämatom
- Einlumiger Dialysekatheter (gibt es das noch? Wir wissen es nicht, in unseren Zentren nicht!)
- Kinderdialyse -> kleine Punktionsstrecke vorhanden und nur eine Punktion => nur einmal Schmerz!

SN- Dialyse Verfahren

1972 entwickelt Kopp die SN-Dialyse mit einer Blutpumpe, das sog. SN-Klick-Klack Verfahren.

Das arterielle und venöse Blutschlauchsystem liegen in einer Klemmvorrichtung. Die venöse Klemme ist geschlossen und die Blutpumpe fördert Blut in eine venöse Ausgleichskammer, bis ein angewählter Druck erreicht ist. Jetzt schließt die arterielle Klemme, gleichzeitig öffnet die venöse Klemme und das angestaute Blut fließt mit Hilfe des Überdrucks in der Ausgleichskammer und der kontinuierlich laufenden BP, zurück zum Patienten bis ein unterer Druckpunkt bzw. eine maximale Rückgabezeit erreicht ist.

Der Vorteil dieses Verfahrens war und ist, dass kein anderes Blutschlauchsystem benötigt wurde. Jederzeit kann von Doppelnadel- auf Einzelnadeldialyse gewechselt werden. Der Nachteil liegt in der Dialyseeffektivität, da nur kleine Blutmengen pro Zyklus bewegt werden.

1973 stellt Waeleghem et al. die Single-Needle Dialyse mit zwei Blutpumpen vor. Alternierend befördert die arterielle Blutpumpe das Blut vom Patienten durch den Dialysator in eine Expansionskammer, bis ein angewählter oberer Druckpunkt erreicht ist. Dann stoppt die arterielle Blutpumpe und die „venöse“ Blutpumpe (SN-Pumpe) befördert das Blut wieder zurück zum Patienten, bis ein unterer Druckpunkt erreicht ist.

Der Vorteil gegenüber SN Klick-Klack war und ist die geringere Blutrezirkulation, und die Möglichkeit die Blutpumpengeschwindigkeit individuell dem Gefäßzugang anzupassen.

Die SN-Dialyse mit zwei Pumpen, in unterschiedlicher Ausführung, ist seit vielen Jahren Standard und ermöglicht die Patienten effektiv zu dialysieren.

Die gängigsten SN-Systeme die zurzeit im Einsatz sind:

– 1.SN-System der Fa. Fresenius für 4008n und 5008

Beide Blutpumpen und eine Expansionskammer sind vor dem Dialysator angebracht:

In der Entnahmephase befördert die arterielle Blutpumpe Blut aus dem Gefäßzugang in eine Expansionskammer, während die nachgeschaltete SN-Pumpe steht, solange bis ein oberer Druckwert erreicht ist. Jetzt stoppt die arterielle Blutpumpe. Die Rückgabephase beginnt. Die SN-Pumpe befördert nun das Blut aus der Expansionskammer durch den Dialysator zurück zum Patienten, bis ein unterer Druckwert erreicht wird. Dann startet dieser Zyklus von neuem.

Der Blutfluss ist zyklisch. Das Dialysegerät überwacht die zu erreichenden Umschaltdrücke und die Umschaltzeit.

2.SN-System der Fa. Gambro/ Fa. Nikkiso

Diese Systeme arbeiten mit zwei Expansionskammern, einer integriert ins arterielle Blutschlauchsystem, also vor dem Dialysator, und einer zweiten Expansionskammer im venösen Blutschlauchsystem, platziert vor der SN-Pumpe.

In der 1. Phase befördert die arterielle Blutpumpe so lange Blut in die arterielle Expansionskammer und durch den Dialysator in die venöse Expansionskammer, bis ein oberer Druckpunkt erreicht ist. Nun beginnt die zweite Phase, in der die arterielle Blutpumpe steht und das angestaute Blut durch die SN-Pumpe so lange zurückgeführt wird, bis ein unterer Druckpunkt erreicht wird.

Der Blutfluss ist kontinuierlich, da permanent Blut befördert wird.

Das Dialysegerät überwacht auch hier die zu erreichenden Umschaltdrücke und die Umschaltzeit.

3. SN-System 6008 Fresenius

Die Fresenius 6008 benötigt nur ein Blutschlauchsystem für alle Behandlungsverfahren, bestehend aus einem arteriellen und venösen Systemteil, welche an ein Kassettensystem angebracht sind.

Diese Kassette beinhaltet ein Blutpumpen-, ein Substituatpumpensystem und eine Single-Needle Expansionskammer.

Die arterielle Blutpumpe fördert das ungereinigte Blut durch den Dialysator

In die SN-Expansionskammer im Kassettensystem bis ein im Dialysegerät definierter Druck, je nach Füllvolumen, erreicht ist. Anschließend steht die art.

Pumpe und mit Hilfe von Überdruck wird das gereinigte Blut bis zu einem definierten unteren Druckwert zurückgeführt.

4. SN-System Cross-Over, Firma B. Braun Avitum

Im arteriellen Blutschlauchsystem ist eine Expansionskammer der arteriellen

– Blutpumpe vorgeschaltet, im venösen Blutschlauchsystem ist eine zweite Expansionskammer nach der SN- Pumpe integriert. Zur Blutpumpensteuerung ist zwischen Dialysator und venöser Blutpumpe ein Blutpumpensteuerdruck integriert. Venöses Blutschlauchsystem und arterielles Blutschlauchsystem befinden sich in einer Schlauchabsperklemme.

In der Entnahmephase wird Blut vom Patienten bzw. der arteriellen

– Expansionskammer durch die arterielle Blutpumpe zum Dialysator befördert. Mit in derselben Geschwindigkeit laufenden venösen Blutpumpe wird das dialysierte Blut in die zweite Expansionskammer befördert, bis ein bestimmter Druck erreicht ist.

Jetzt öffnet die venöse Schlauchabsperklemme, die arterielle Klemme schließt.

In der Rückgabephase wird nun Blut aus der arteriellen Expansionskammer zum Dialysator befördert, bis ein zuvor bestimmter negativer Druck erreicht ist, während die venöse Blutpumpe parallel dieses und das zuvor angestaute und bereits dialysierte Blut dem Patienten zurückführt.

Der große Unterschied zwischen SN-Cross-Over und den anderen SN-Systemen liegt im kontinuierlichen Blutfluss zwischen arterieller - und single-needle Pumpe (bzw. Druckkissen 6008) und den dabei gleichbleibenden Druckverhältnissen im Dialysator.

Zu beachten ist, dass beim Cross-Over Verfahren, das venöse Blut mit sehr hohem Druck dem Patienten zurückgeführt wird!

Es liegt mir fern, eine Bewertung in der Qualität der von mir knapp dargestellten, unterschiedlichen SN-Dialyse Verfahren, abzugeben.

Qualitätskriterien gelten gleich für die Doppelnadel- wie für die Einzelnadeldialyse. Ein Qualitätsnachweis ist regelmäßig zu erbringen.

Für uns, das Dialyseteam, bedeutet dies zu wissen, wie bei Patienten mit Single-Needle Behandlung das bestmögliche Ergebnis erzielt werden kann.

Fragen die uns bei der täglichen Praxis Arbeit beschäftigen:

1. Wie schnell dürfen die Blutpumpen laufen? Muss die Venöse/ SN-Pumpe schneller laufen als die arterielle Blutpumpe?
2. Wie errechnet sich der mittlere Blutfluss?
3. Wie ist das mit dem Hubvolumen und der Rezirkulation?

Zu berücksichtigen sind bei der Durchführung einer effektiven Single-Needle-Dialyse, folgende Parameter:

- Blutfluss
- Hubvolumen
- Rezirkulation
- Gefäßzugang: zentraler Katheter oder Kanüle?

Nicht zu vergessen: Antikoagulation im Auge behalten!

1. Blutpumpengeschwindigkeit

Um eine effektive Dialysebehandlung durchzuführen, benötigen wir einen hohen mittleren Blutfluss pro Minute. Er errechnet sich aus der Geschwindigkeit der arteriellen Blutpumpe und der SN-Pumpe.

Die Rechnung lautet als Faustformel: $(\text{Art. BP} + \text{Ven. BP}) : 4 = \text{ml/min}$

Der mittlere Blutfluss darf heute nur noch vom Dialysegerät abgelesen werden. :-)

Wie entscheidend für eine effektive SN-Dialyse schnell laufende Blutpumpen sind, zeigen folgende Rechenbeispiele:

Pat. A: $(250+350):4 = 150\text{ml/min} \times 60 \times 4 = 36 \text{ Liter} \times 156 \text{ T} = 5616 \text{ L / Jahr}$

Pat. B: $(350+400):4 = 188\text{ml/min} \times 60 \times 4 = 45 \text{ Liter} \times 156 \text{ T} = 7020 \text{ L / Jahr}$

Patient B erhält eine 25% bessere Dialyse!

(Vergleich DN-Dialyse: $300\text{ml} \times 60 \times 4 = 72 \text{ L} \times 156 \text{ T} = 11232 \text{ L / Jahr}$)

Bei der SN-Dialyse mittels Punktionskanüle halten wir uns weitgehend an die Herstellerangaben:

- z.B.: 1,6 mm Kanüle Blutpumpengeschwindigkeit max.330ml/min,
- 1,8 mm Kanüle Blutpumpengeschwindigkeit max.400ml/min

Regeln zur BP-Einstellung:

- Gutes Blutangebot und guter Blutabfluss → maximale Blutpumpengeschwindigkeiten
- Gutes Blutangebot und schlechter Blutrückfluss: bis doppelte Geschwindigkeit der arteriellen Blutpumpe
- Schlechtes Blutangebot, aber guter Blutabfluss: bis doppelte Geschwindigkeit der Venösen- bzw. SN-Pumpe
-

Die angestrebten Blutpumpengeschwindigkeiten sind vom Arzt im Dialyseregime festzulegen.

2. Das Hubvolumen

Das Hub- oder Schlagvolumen ist die Menge Blut, welche pro Zyklus (Entnahme und Rückgabephase) bewegt wird.

Da pro SN-Zyklus mehrere (ca. 5- 8) ml Rezirkulationsblut befördert wird, sollte das Hubvolumen so groß wie möglich angewählt werden.

“ Weniger Umschaltzyklen bedeutet auch weniger Rezirkulation!”

Treten Blutflussprobleme auf, muss das Hubvolumen nach unten angepasst werden, um ein zu starkes Eindicken des Blutes zu vermeiden. Dasselbe gilt für große Ultrafiltrationsraten. Hier sollte unter Umständen zusätzlich die Dialysezeit verlängert werden. In der Regel erkennen die Dialysegeräte das Missverhältnis von Blutfluss und Ultrafiltration, melden dies, oder das Hubvolumen wird der Blutflussgeschwindigkeit automatisch angepasst.

3. Rezirkulation

Rezirkulation entsteht, wenn bereits dialysiertes Blut erneut dem Dialysator zugeführt wird.

Ursachen für Rezirkulation:

- **Fistelbedingte Rezirkulation:**
Ist der Fistelfluss geringer als der Blutfluss wird bereits dialysiertes Blut erneut in den extrakorporalen Blutkreislauf gefördert. Den gleichen Effekt hat ein gestörter Blutabfluss, auch hier wird in der Entnahmephase erneut das dialysierte Blut zum Dialysator befördert. Die Ursachen für Shunt Zu-, bzw. Abflussstörungen sind in der Regel Shuntstenosen.
In der Praxis bedeutet dies, die Blutpumpen den Shuntverhältnissen anzupassen, und sich, wenn nötig um die Verbesserung dieses Zustandes zu kümmern (Shuntsprechstunde etc.)!
- **Kardiopulmonale Rezirkulation**
Betrifft den Shunt: Shuntblut durchläuft den extrakorporalen Blutkreislauf und wird dem Herz-Lungen- Kreislauf direkt zugeführt, ohne am Stoffwechsel im Kapillarsystem teilgenommen zu haben. 3% - 15% dieses gereinigten Blutes werden erneut direkt dem Shunt zugeführt.
Vorhofkatheter entziehen das Blut aus dem venösen System (rechter Vorhof) und geben es im venösen System (rechter Vorhof) auch wieder zurück. Das dialysierte Blut kann vollständig am Stofftransport teilnehmen, daher entsteht hier keine kardiopulmonale Rezirkulation.

- Systembedingte Rezirkulation

Ursachen:

- Totraum des Zugangs: Punktionskanüle (SN-Kanüle) ca.1 ml
Vorhofkatheter bis 4 ml
- Compliance des Blutschlauchsystems ca. 5.5 - 7 ml
Dies bedeutet, dass das Blutschlauchsystem flexibel auf die Druckveränderung in der Entnahme- bzw. Rückgabephase reagiert. In der Entnahmephase wird Blut aus dem Gefäßzugang und, abhängig vom Blutangebot, aus dem venösen Blutschlauchsystem gezogen. In der Rückgabephase wird dialysiertes Blut in den Gefäßzugang zurückgegeben, aber auch zum Teil in das arterielle Blutschlauchsystem gedrückt. [OBJ]

Zusammenfassung:

Dank der heutzutage sehr guten Doppellumenkatheter und der Möglichkeit, schwierige Shuntpunktionen unter Ultraschallsicht durchzuführen, ist die

Notwendigkeit einer Single-Needle Dialyse selten geworden.

Wird die SN.Dialyse dann doch benötigt, sollte sie so beherrscht werden, dass eine effektive Dialyse stattfinden kann.

Voraussetzung ist ein gut funktionierender Gefäßzugang. (Sonst macht SN keinen Sinn!)

--> ein hoher mittlerer Blutfluss und damit ein großes kumuliertes Blutvolumen

--> ein hohes Schlag-, bzw. Hubvolumen, dadurch wenig Zyklen und geringes Rezirkulationsblut

--> angepasste Dialysezeit

--> angepasste Antikoagulation

Nicht zu vergessen ist ein kreatives Dialyseteam, um aus den vorhandenen Bedingungen eine effektive Dialysebehandlung zu gewährleisten.

Der individuelle Bedarf des Patienten sollte dabei im Vordergrund stehen.

Adalbert Natterer, KfH-Nierenzentrum Ulm
Kathi Filp, Klinikum Heidenheim