

# Blood pressure control in hemodialysis patients

Citation for published version (APA):

Luik, A. J. (1998). *Blood pressure control in hemodialysis patients*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Universiteit Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.19980115a1>

## Document status and date:

Published: 01/01/1998

## DOI:

[10.26481/dis.19980115a1](https://doi.org/10.26481/dis.19980115a1)

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Chapter 8

---

## Summary

---



## Summary

Cardiovascular complications are the main source of morbidity and mortality in hemodialysis patients. Cardiac disease in hemodialysis patients usually results from systolic failure, Left Ventricular Hypertrophy (LVH) with diastolic dysfunction, or ischemic disease. LVH appears to be an important, independent, determinant of survival in uremic patients. The elastic properties of the venous and arterial vessels are found to be decreased in hemodialysis patients. A decreased arterial compliance augments arterial pulse pressure resulting in a decrease in diastolic pressure and an increased systolic pressure. The decreased arterial compliance can contribute to LVH in hemodialysis patients.

Hypertension is found to be the most important risk factor for cardiovascular complications and is a major pathogenetic factor in LVH and decreased vascular compliance in hemodialysis patients.

The incidence of hypertension is high, and most dialysis patients are using antihypertensive drugs in order to control their blood pressure. Defining blood pressure in hemodialysis patients is difficult, for blood pressure is usually measured during the dialysis treatment. In general post-dialytic blood pressure may underestimate average blood pressure, whereas pre-dialytic blood pressure may lead to overestimation of average blood pressure. A better way to determine blood pressure level in hemodialysis patients is a continuous interdialytic blood pressure recording as can be obtained with ambulatory blood pressure monitors. Such measurements have a greater predictive value on the incidence of cardiovascular complications than a casual blood pressure reading. Using ambulatory blood pressure monitoring in hemodialysis patients, the normal physiological night-time blood pressure fall is found to be reduced. In non-uremic patients a blunted day-night blood pressure profile has been associated with cardiac damage.

The pathogenesis of hypertension in hemodialysis patients is complex and not completely understood. Hydration status, elevated vasoactive hormones, increased sympathetic activity, and structural vascular changes all play a role. Hypervolemia has always been considered the main cause of hypertension in dialysis patients. However, inter-dialytic weight gain does not correlate with inter-dialytic blood pressure changes. Although most nephrologists try to control blood pressure by ultra-filtration and lowering dry weight, the incidence of hypertension remains high. In contrast to most dialysis centers in Europe and the USA, blood pressure is remarkably well controlled in most patients in the Tassin dialysis center in France. 95% Of their patients have an adequate blood pressure control without the use of antihypertensive medication. They treat their patients with long-treatment-time dialysis 3 times a week 8 hours, in contrast with short-treatment-time dialysis 3 times a week 3-5 hours as is usual in most other dialysis centers. The long dialysis

makes it possible to ultra-filtrate fluid excess more gradual with a better plasma volume preservation, which reduces the chance of intradialytic hypotension. They claim that a lower dry weight can be reached with this type of conventional dialysis as compared to short term dialysis. However, during the long dialysis sessions, patients are also more efficiently dialyzed in terms of removing small and middle molecular toxins which could have an effect on blood pressure control too.

The main goal of this study was to investigate possible pathogenetic mechanisms that influences inter-dialytic blood pressure regulation with special focus on fluid status and dialysis dose.

Diurnal blood pressure variation is attenuated in dialysis patients. In **chapter 2** we studied diurnal blood pressure variation in normotensive and hypertensive hemodialysis patients, CAPD patients, and non-uremic controls who were not receiving antihypertensive medication. Day-time and night-time blood pressure was measured during a 3-day inter-dialytic period in normotensive- and hypertensive hemodialysis patients using Spacelabs 90207 monitors. Ambulatory blood pressure was also measured during 24 h in normotensive- and, hypertensive CAPD patients, and in normotensive- and hypertensive control patients with a normal renal function. Although in the dialysis patients and controls a significant nocturnal blood pressure reduction was found, day-night blood pressure difference in dialysis patients was blunted when compared with control patients. No significant differences in diurnal blood pressure variation was found between the normotensive and the hypertensive patients. Day-night blood pressure differences in the hemodialysis patients did not change during the 3-day inter-dialytic period. Also the more stable fluid state of the CAPD patients was not associated with a significant different diurnal blood pressure variation compared to the hemodialysis patients. From this study we conclude that factors other than changes in extracellular fluid volume, are responsible for a blunted day-night blood pressure difference in dialysis patients.

In **chapter 3** we studied the influence of short-term inter-dialytic fluid changes on blood pressure control in normotensive and hypertensive hemodialysis patients. The blood pressure was measured during 2-day and 3-day inter-dialytic periods using ambulatory blood pressure monitors. Although the inter-dialytic weight gain in the normotensive and hypertensive patients was greater during the 3-day than during the 2-day inter-dialytic period, the inter-dialytic systolic and diastolic blood pressure changes were not greater during the 3-day period. Also the inter-dialytic blood pressure rise did not correlate significantly with weight gain, neither in the normotensive nor in hypertensive patients. No significant inter-dialytic blood pressure changes were found between the normotensive and the hypertensive

patients. From this study we conclude that fluid overload does not seem to play a major role in inter-dialytic blood pressure control in normotensive and hypertensive hemodialysis patients.

In **chapter 4** the influence of hypervolemia on hemodynamics and inter-dialytic blood pressure, was investigated in 10 hemodialysis patients who were not receiving vasoactive medication. All subjects were studied during a relative normovolemic inter-dialytic period (from 1 kg below dry weight post-dialytic until dry weight pre-dialytic) and a hypervolemic inter-dialytic period (from 1 kg above dry weight post-dialytic until 3 kg above dry weight pre-dialytic). Inter-dialytic blood pressure was measured with an ambulatory blood pressure monitor. Cardiac output was echographically measured and systemic vascular resistance calculated post-dialytic, mid-inter-dialytic, and pre-dialytic.

After fluid load an increase in intravascular volume, an increase in caval vein diameter and cardiac output, and a decrease in peripheral resistance was observed. No significant influence of a 3 L fluid load was found on inter-dialytic blood pressure course comparing the hypervolemic period and the normovolemic period. Sodium and osmolality were similar in the hypervolemic and the normovolemic inter-dialytic period. After fluid load we found a decrease in AVP and Angiotensin II probably contributing to the decreased systemic vascular resistance. Catecholamines were not influenced by fluid load, but increased during the inter-dialytic period, suggesting accumulation after dialysis. Three of the 10 patients had higher systolic but not diastolic blood pressures after fluid load. No correlation could be found between arterial or venous compliance and blood pressure changes. From this study we concluded that a 3 L inter-dialytic fluid load does not result in higher blood pressure in most hemodialysis patients.

In **chapter 5** we studied if the adequate blood pressure control in the Tassin patients on long-treatment-time dialysis (3 times a week 8 h) as compared to patients on short-treatment-time dialysis, was associated with a decrease of extra-cellular fluid volume. 2-Day inter-dialytic ambulatory blood pressure monitoring was performed in non-diabetic patients on long-treatment-time dialysis, in patients on short-treatment-time dialysis matched for the years they had been on dialysis treatment, and during 24 h in healthy volunteers. Echography of the inferior caval vein was performed to determine fluid state. Cardiac dimensions and stroke index were measured by echocardiography. 73% Of the patients on short dialysis were using antihypertensive medication in contrast to none of the patients on long dialysis. However, blood pressure was significantly lower in patients on long dialysis as compared to patients on short-treatment-time dialysis. Indexed caval vein diameter, left ventricular diameter index, and ANP were not significantly different in patients on long dialysis as compared to patients on short dialysis. Also

cardiac index was comparable in patients on long and short dialysis. However, systemic vascular resistance index was significantly lower in patients on long dialysis as compared to patients on short dialysis and normal controls. Left ventricular mass index was increased in both patients on long and short dialysis as compared to controls.

From this study we conclude that patients on long-treatment-time dialysis have an adequate blood pressure control which seems mainly to be caused by a low systemic vascular resistance. These data suggests that other factors than a lower fluid state also contribute to the good blood pressure control in patients on long-treatment-time dialysis.

In **chapter 6** we tested the hypothesis that by increasing dialysis dose, blood pressure can be better controlled with fewer antihypertensive drugs. The effect of lowering dry weight and increasing dialysis treatment-time on 48 h inter-dialytic blood pressure was prospectively studied during 3 months in hypertensive hemodialysis patients. Echocardiography was performed to determine cardiac index and left ventricular mass index. Forearm vascular resistance was measured using strain gauge plethysmography. Dialysis treatment-time was increased with 2 hours and dry weight was gradually decreased in group 1. Dialysis treatment-time was increased 2 h without a change in dry weight in group 2. Dry weight was gradually lowered without changing the dialysis treatment-time in group 3.

Antihypertensive medication could be reduced in all patients groups by 30 to 60%. Inter-dialytic systolic blood pressure decreased significantly after increasing dialysis treatment-time without changing dry weight. Systolic blood pressure was also lower in the other patient groups, but these differences were not significant. No change in diastolic blood pressure was found. Cardiac index and left ventricular mass did not change significantly. Forearm vascular resistance tended to decrease in the patients on long dialysis in contrast to the patients on short dialysis. No change in serum sodium was found in either of the patients groups. Kt/V increased after increasing dialysis treatment-time.

From this study we conclude that dialysis dose influences blood pressure control and blood pressure is better controlled when patients are longer dialyzed.

It is not clear whether decreased arterial compliance in uremic patients is a consequence of longstanding increased mean arterial blood pressure or a consequence of the uremic state. In **chapter 7** we studied femoral and carotid artery wall properties in patients on long-treatment-time dialysis who were normotensive for many years, and normal controls matched for mean arterial pressure, age, sex, and body mass index. Arterial distensibility coefficient and compliance coefficient were determined with a vessel wall movement detector system.

We found no significant differences in mean arterial pressure or pulse pressure between patients and controls. Femoral distensibility coefficient and compliance coefficient were lower in patients as compared to controls. No differences in carotid distensibility coefficient and compliance coefficient were found between patients and controls.

From this study we conclude that patients on long-treatment-time dialysis have an increased stiffening of the muscular femoral artery but not of the more elastic carotid artery. These results suggest that the uremic state itself has a deleterious effect on the elastic properties of the muscular femoral artery.

The general conclusion from this thesis is that short-term inter-dialytic fluid changes have no major influence on blood pressure in contrast to long-term(weeks-months) changes in fluid state. Blood pressure is better controlled by longer dialysis sessions with a higher Kt/V. When blood pressure in hemodialysis patients is not well controlled despite optimizing dry weight, dialysis treatment-time should be increased in order to increase dialysis dose.

Patients on long-treatment-time dialysis with an adequate blood pressure control for many years, still have an increased left ventricular mass and a decreased arterial compliance. The decreased arterial compliance can contribute to LVH.





# Chapter 9

---

## Samenvatting

---



## Samenvatting

Een toenemend aantal patiënten heeft in verband met nierfalen nierfunctie-ervangende behandeling nodig. Tengevolge van het niet of onvoldoende functioneren van de nieren ontstaat bij deze patiënten een opeenstapeling van afvalstoffen. Door een verminderde of afwezige urine productie zal tevens het totale lichaamsvocht toenemen.

*Hemodialyse* (kunstnier-behandeling) is een vorm van nierfunctie-ervangende behandeling waarbij de nierpatiënten enkele malen per week in een dialysecentrum een kunstnier-behandeling krijgen waarbij het bloed gezuiverd wordt van afvalstoffen en het teveel aan vocht aan het lichaam onttrokken wordt. Bij *CAPD* (buikvlies-dialyse), een andere vorm van nierfunctie-ervangende behandeling, heeft de patiënt een catheter in de buik waardoor hij in staat is een aantal malen per dag vloeistof in en uit de buik te laten lopen. Het buikvlies fungeert dan als dialyse-membraan, waarover afvalstoffen en overtollig vocht aan het lichaam onttrokken wordt. CAPD is een geleidelijker behandeling dan hemodialyse. De CAPD patiënt dialyseert immers elke dag 24 uren terwijl de hemodialyse patiënt doorgaans 3 maal per week een aantal uren dialyseert.

Bij hemodialyse (en CAPD) patiënten vormen complicaties van hart en bloedvaten de belangrijkste bron van ziekte en sterfte. Hartproblemen bij dialysepatiënten zijn meestal het gevolg van pompfunctie stoornissen, een verdikte hartspierwand (*LVH: linker ventrikel hypertrofie*) en kransslagader vernauwing. LVH blijkt een belangrijke, onafhankelijke, factor voor de overleving van nierpatiënten te zijn. De elasticiteit (*compliantie*) van de aders (*venen*) en slagaders (*arteriën*) is bij dialysepatiënten verminderd. Een verminderde arteriële elasticiteit verhoogt de arteriële drukgolf, met als gevolg een lagere onderdruk (*diastole*) en een hogere bovendruk (*systole*). De verminderde arteriële compliantie kan door een verhoogde drukbelasting van het hart, LVH bij dialysepatiënten bevorderen.

Hoge bloeddruk (*hypertensie*) blijkt bij dialysepatiënten de belangrijkste risicofactor voor het ontstaan van hart- en vaatziekten te zijn en vormt tevens een belangrijke oorzakelijke factor voor verminderde bloedvat elasticiteit en het krijgen van LVH.

Hypertensie komt veelvuldig voor en de meeste hemodialysepatiënten hebben bloeddruk verlagende medicamenten nodig. Het bepalen van de juiste bloeddruk bij hemodialysepatiënten is moeilijk, daar de bloeddruk meestal vlak voor, tijdens, of vlak na de dialyse wordt gemeten. Over het algemeen is de bloeddruk gemeten vlak na de dialyse een te lage vaststelling van de gemiddelde bloeddruk van die dag terwijl de bloeddruk gemeten vlak voor de dialyse behandeling dikwijls een te hoge uitkomst geeft van de gemiddelde bloeddruk. Een betere manier om bij hemodialysepatiënten de juiste bloeddruk te bepalen is een continue-bloeddruk-meting met ambulante bloeddrukmeters gedurende de gehele periode tussen twee

dialysebehandelingen (*interdialytische periode*). Zulke metingen hebben een grotere voorspellende waarde voor het optreden van hart- en vaatziekten dan een eenmalig gemeten bloeddruk. Onderzoeken bij hemodialysepatiënten met ambulante bloeddrukmeters hebben aangetoond dat de normale nachtelijke bloeddrukdaling verminderd is. Bij patiënten met een normale nierfunctie is een gedempt dag-nacht bloeddrukprofiel geassocieerd met orgaanschade. Of dit ook voor dialysepatiënten geldt is nog niet wetenschappelijk aangetoond.

Het mechanisme van hypertensie bij hemodialysepatiënten is complex en onvoldoende begrepen. Een teveel aan vocht en zout, een teveel aan bloeddrukverhogende-hormonen, verhoogde sympathische activiteit en structurele vaatveranderingen spelen allen een rol. Een teveel aan zout en lichaamsvocht wordt wel als de belangrijkste oorzaak van hypertensie bij dialysepatiënten beschouwd. Bij alle hemodialysepatiënten dient een correct *streefgewicht* bepaald te worden. Het streefgewicht is het gewicht van de hemodialysepatiënt na een dialyse behandeling waarbij de patiënt een normale hoeveelheid lichaamsvocht heeft. Door de patiënt te wegen voor de dialysebehandeling kan bepaald worden hoeveel vocht er tijdens de dialyse aan het lichaam onttrokken moet worden, namelijk het verschil tussen dit gewicht en het eerder vastgestelde streefgewicht. Dit geschiedt meestal op basis van klinische gegevens, waaronder het normaliseren van de bloeddruk door vochtonttrekking.

De meeste nefrologen trachten de bloeddruk dan ook te reguleren door het streefgewicht van hun dialysepatiënten te verlagen en zo het totale lichaamsvocht te verminderen. Desondanks hebben veel dialysepatiënten hypertensie. Tevens blijkt de interdialytische gewichtstoename (en dus vochttoename) niet gecorreleerd te zijn aan interdialytische bloeddrukveranderingen. Mogelijk spelen andere factoren dan water en zout regulatie een belangrijke rol.

Bij het merendeel van de patiënten in het Tassin dialysecentrum in Frankrijk is de bloeddruk goed gereguleerd, dit in tegenstelling tot de patiënten behandeld in de meeste Europese en Amerikaanse dialysecentra. 95% Van deze patiënten heeft een normale bloeddruk zonder dat zij hiervoor medicamenten nodig hebben. Zij worden in dit centrum behandeld met langdurige dialyse 3 maal per week 8 uren, in tegenstelling tot kortere dialyse 3 maal per week 3-5 uren hetgeen gebruikelijk is in de meeste andere dialysecentra. De langdurige dialyse sessies maken het mogelijk om een teveel aan vocht meer geleidelijk aan het lichaam te onttrekken met minder kans op grote dalingen van het bloedvolume met als gevolg bloeddrukdalingen. Dit Franse dialysecentrum claimt dat zij met hun langdurige dialysebehandelingen in staat zijn een lager streefgewicht (en lichaamsvocht) te bereiken vergeleken met de meer gebruikelijke korte dialyse. De patiënten die behandeld worden met langdurige dialyse worden tevens efficiënter gedialyseerd in termen van het

verwijderen van afvalstoffen wat weer van invloed kan zijn op de bloeddrukregulatie.

Het voornaamste doel van dit proefschrift was de mogelijke mechanismen van hypertensie bij hemodialysepatiënten te onderzoeken, met speciale aandacht voor de vochtstatus en de dialyse effectiviteit (*dialysedosis*).

Het dag-nacht bloeddruk-ritme is gedempt bij dialysepatiënten. In **hoofdstuk 2** onderzochten wij de dag-nacht bloeddrukvariatie bij *normotensieve* (normale bloeddruk) en hypertensieve hemodialysepatiënten, CAPD patiënten en patiënten met een normale nierfunctie zonder medicamenten tegen hoge bloeddruk. De dag en nacht bloeddruk werd gedurende een driedaagse interdialytische periode continu gemeten met ambulante bloeddrukmeters. Ambulante bloeddrukmetingen werden ook verricht gedurende 24 uren bij de CAPD patiënten en controlepatiënten. Alhoewel zowel de dialysepatiënten als de controle patiënten een significante nachtelijke bloeddrukdaling hadden, was het dag-nacht bloeddruk verschil bij de dialysepatiënten gedempt ten opzichte van de controlepatiënten. Er werden tussen de normotensieve en hypertensieve patiënten geen significante verschillen in dag-nacht bloeddruk variatie gevonden. Het dag-nacht bloeddrukverschil bij de hemodialysepatiënten veranderde niet gedurende de driedaagse interdialytische periode. Ook bleek de stabielere vochtstatus bij CAPD patiënten ten opzichte van hemodialysepatiënten niet te resulteren in een ander dag-nacht bloeddrukverschil. Uit deze studie concluderen wij dat andere factoren dan veranderingen in het lichaamsvocht verantwoordelijk zijn voor het gedempte dag-nacht bloeddruk ritme bij dialysepatiënten.

In **hoofdstuk 3** onderzochten wij de invloed van korte-termijn interdialytische veranderingen in het lichaamsvocht op de bloeddrukregulatie bij normotensieve en hypertensieve hemodialysepatiënten. Met ambulante bloeddrukmeters werd de bloeddruk gemeten gedurende een tweedaagse en driedaagse interdialytische periode. Alhoewel de interdialytische gewichtstoename (en toename van het lichaamswater) het grootst was gedurende de driedaagse periode, resulteerde dit niet in een grotere interdialytische bloeddruk stijging gedurende de driedaagse periode ten opzichte van de tweedaagse periode. Ook bleek de interdialytische bloeddrukstijging niet gecorreleerd te zijn aan de interdialytische gewichtstoename. Dit gold zowel voor de hypertensieve patiënten als voor de normotensieve patiënten. De interdialytische bloeddrukveranderingen bij de normotensieve patiënten was overeenkomstig de interdialytische bloeddruk veranderingen bij de hypertensieve patiënten.

Uit deze studie concluderen wij dat een teveel aan lichaamsvocht geen belangrijke rol speelt bij de interdialytische bloeddrukregulatie bij normotensieve en

hypertensieve dialysepatiënten.

In **hoofdstuk 4** werd de invloed van een teveel aan lichaamsvocht op de circulatie en interdialytische bloeddruk regulatie prospectief onderzocht bij 10 hemodialysepatiënten zonder bloeddruk-medicamenten. Alle patiënten werden onderzocht gedurende een relatieve “droge” interdialytische periode (*normovolemisch*: van 1 kg onder het streefgewicht na de dialyse tot op het streefgewicht vlak voor de volgende dialyse) en gedurende een relatief “natte” interdialytische periode (*hypervolemisch*: van 1 kg boven het streefgewicht na de dialyse tot 3 kg boven het streefgewicht vlak voor de volgende dialyse). De interdialytische bloeddruk werd gemeten met behulp van ambulante bloeddrukmeters. De *cardiac output* (de hoeveelheid bloed die per minuut door het hart wordt uitgepompt) werd gemeten met een echoapparaat en de totale (bloed)*vaatweerstand* werd uitgerekend vlak na de dialyse, tussen twee dialyses in en vlak voor de volgende dialyse.

Na vochtbelasting zagen wij een toename van het bloedvolume, een toename van de *vena cava* diameter (grote holle lichaamsader), een toename van de cardiac output en een afname van de vaatweerstand. Er werd geen significante invloed van 3 liter vocht belasting op de interdialytische bloeddruk gevonden wanneer de hypervolemische periode werd vergeleken met de normovolemische periode. Het serum natrium gehalte en de osmolariteit waren vergelijkbaar in de hypervolemisch interdialytische periode en de normovolemisch interdialytische periode. Na vochtbelasting zagen we een afname van de hormonen AVP en Angiotensine II wat mogelijk een bijdrage levert aan de verminderde vaatweerstand. Adrenaline en noradrenaline werden niet beïnvloed door vocht belasting, maar stegen gedurende de interdialytische periode, wat een accumulatie van deze hormonen na dialyse suggereert. 3 van de 10 patiënten hadden wel een hogere bovendruk na vochtbelasting. Opvallend was dat in deze patiënten de daling van het Angiotensine II minder uitgesproken was dan in de patiënten die niet reageerden met een bloeddrukstijging. Er werd geen relatie tussen de elasticiteit van de bloedvaten en bloeddruk-veranderingen gevonden.

Uit deze studie concluderen wij dat 3 liter vocht belasting niet resulteert in een hogere bloeddruk bij de meeste hemodialysepatiënten.

In **hoofdstuk 5** onderzochten wij of de goede bloeddrukregulatie bij de Tassin patiënten die behandeld werden met lange dialyse (3 maal per week 8 uren) een lagere vochtstatus hadden dan patiënten op korte dialyse. Ambulante bloeddrukmetingen werden verricht gedurende een tweedaagse interdialytische periode bij patiënten op lange dialyse en korte dialyse en gedurende 24 uur bij gezonde vrijwilligers. De patiënten op korte dialyse en de patiënten op lange dialyse werden een overeenkomstig aantal jaren behandeld met hemodialyse. Om

de vochtstatus te bepalen werd een echografie van de vena cava verricht. Tevens werd een echo van het hart verricht om de cardiac output en de hartspierwanddikte te meten. 73% Van de patiënten op korte dialyse gebruikten bloeddruk medicamenten terwijl geen van de patiënten op lange dialyse bloeddruk medicamenten gebruikten. De bloeddruk van de patiënten op lange dialyse bleek echter significant lager te zijn dan de bloeddruk van de patiënten op korte dialyse. De vochtstatus bij de patiënten op lange dialyse bleek niet significant anders te zijn dan de vochtstatus bij de patiënten op korte dialyse, gemeten aan de diameter van de Vena cava en het hormoon ANP. Ook was de cardiac output vergelijkbaar bij de patiënten op lange en korte dialyse. De vaatweerstand bleek echter significant lager te zijn bij de patiënten op lange dialyse in vergelijking tot de patiënten op korte dialyse, terwijl de patiënten op korte dialyse veel bloeddruk-verlagende en vaatverwijdende medicamenten gebruikten. De dikte van de hartspierwand bleek toegenomen ten opzichte van gezonde vrijwilligers zowel bij de patiënten op korte dialyse als bij de patiënten op lange dialyse.

Uit deze studie concluderen wij dat de goede bloeddrukregulatie bij patiënten op lange dialyse voornamelijk veroorzaakt wordt door een lagere vaatweerstand. Deze gegevens suggereren dat ook andere factoren dan een lagere vochtstatus bijdraagt tot de goede bloeddrukregulatie bij patiënten op lange dialyse.

In **hoofdstuk 6** testten wij de hypothese dat de bloeddruk beter gereguleerd kan worden met minder bloeddruk-medicamenten door de dialysedosis te verhogen. Wij onderzochten het effect op de interdialytische bloeddruk van een geleidelijke verlaging van het streefgewicht en een verhoging van de dialyse dosis gedurende een periode van 3 maanden. Er werd een echografie van het hart gemaakt om de cardiac output en de hartspierwanddikte te meten. De vaatweerstand in de onderarm werd direct gemeten met behulp van een plethysmograaf met een kwikdraad. De patiënten werden ingedeeld in 3 groepen. In groep 1 werd de dialysedosis verhoogd door de dialyseduur met twee uren te verlengen. Tevens werd het lichaamsvocht verlaagd door geleidelijk het streefgewicht te verlagen. In groep 2 werd alleen de dialysedosis verhoogd door de dialyseduur met twee uren te verlengen zonder dat het streefgewicht werd veranderd. In groep 3 werd alleen het lichaamsvocht verlaagd door het streefgewicht geleidelijk te verlagen zonder de dialyseduur te veranderen.

De bloeddruk-medicamenten konden met 30 tot 60% worden verminderd bij alle patiëntengroepen. Na drie maanden bleek ondanks minder bloeddruk medicatie de bloeddruk significant lager bij de patiënten waar de dialyseduur was verlengd zonder dat het streefgewicht was veranderd. De systolische bloeddruk daalde ook bij de andere patiëntengroepen maar deze verschillen bleken niet significant. Er werden geen veranderingen in diastolische bloeddruk gevonden. De cardiac output en hartspierwanddikte veranderden niet. De vaatweerstand in de onderarm had een



dalende tendens bij patiënten na verlenging van de dialyse duur in tegenstelling tot patiënten zonder verandering in dialyse duur. Het serum natrium veranderde in geen van de patiënten groepen. De Kt/V (een maat voor de dialyседosis) steeg na verlenging van de dialyse duur.

Uit deze studie concluderen wij dat de bloeddrukregulatie beïnvloed wordt door de dialyседosis en dat de bloeddruk verbeterd kan worden door de dialyse duur te verlengen.

Het is niet duidelijk of de verminderde elasticiteit van de arteriën bij hemodialysepatiënten het gevolg is van een verhoogde bloeddruk of het gevolg is van nierfalen. In **hoofdstuk 7** bestudeerden wij de elastische vaateigenschappen van de liesslagader (arteria femoralis) en de halsslagader (arteria carotis) bij patiënten op lange dialyse die reeds vele jaren een normale bloeddruk hadden. De dialysepatiënten werden vergeleken met gezonde vrijwilligers met een overeenkomstige bloeddruk, leeftijd, lichaamsgewicht-index en sekse. Met een vaatwand-bewegings-detector-systeem werden de arteriële distensibiliteits-coëfficiënt en compliantie bepaald.

De liesslagader bleek bij dialysepatiënten stijver te zijn dan bij gezonde vrijwilligers. Er werden geen verschillen in elasticiteit gevonden van de halsslagader tussen dialysepatiënten en gezonde controles.

Uit deze studie concluderen wij dat patiënten die behandeld worden met lange dialyse een verminderde elasticiteit hebben van de liesslagader maar niet van de halsslagader. De liesslagader bevat meer gladspierweefsel dan de halsslagader. Deze gegevens suggereren dat nierfalen met name een negatief effect heeft op de elasticiteit van gladspiercel-bevattende liesslagaders.

De eindconclusie van dit proefschrift is dat korte termijn interdialytische veranderingen in de vochtstatus van dialysepatiënten geen belangrijke invloed heeft op de bloeddruk in tegenstelling tot meer langdurige (weken tot maanden) veranderingen in de vochtstatus. De bloeddruk is beter gereguleerd bij patiënten met langere dialyse behandelingen met een hogere dialyседosis (Kt/V). Wanneer de bloeddruk bij hemodialysepatiënten niet goed is gereguleerd ondanks een correcte bepaling van het streefgewicht, dient de dialyse duur verlengd te worden om zo de dialyседosis te verhogen.

Patiënten die behandeld worden met lange dialyse en die gedurende vele jaren een normale bloeddruk hebben, blijken toch nog een verdikte hartspierwand en stijvere slagaders te hebben. De verminderde arteriële compliantie bevordert de LVH bij dialysepatiënten.