

Position paper

Eiwit - Hemodialyse

Doelgroep : volwassenen met eindstadium nierfalen (stadium G5D) – hemodialyse

Deze position paper is geschreven door Inez Jans (Ziekenhuis Gelderse Vallei Ede) namens de DNN werkgroep richtlijnen.

Inhoud

1. Inleiding
2. Aanbevolen hoeveelheid eiwit
3. PNA / PCR
4. Soort eiwit
5. Verdeling eiwitinname over de dag
6. Eiwitinname tijdens hemodialyse
7. Literatuur

Bij hemodialysepatiënten komt eiwit- en energieondervoeding veel voor. De eiwit-behoefte is verhoogd vanwege compensatie van verlies aan voedingsstoffen bij de hemodialyse en het katabole effect van de behandeling. Adequate eiwitinname is met name belangrijk voor behoud van spiermassa.

De DNN adviseert de eiwitaanbeveling zo veel als mogelijk te baseren op de gemeten VVM. In de stabiele situatie is de aanbeveling 1,25-1,5 g/kg (e)VVM/dag of 1,0-1,2 g/kg (gecorrigeerd) lichaamsgewicht/dag. Bij klinische ondervoeding, acute ziekte of inflammatie is afhankelijk van de ernst de eiwitbehoefte verhoogd tot 1,5-1,9 g/kg (e)VVM/dag of 1,2-1,5 g/kg (gecorrigeerd) lichaamsgewicht/dag.

De PNA (of PCR) geeft een inschatting van de hoeveelheid eiwit die een dialysepatiënt per dag gebruikt. De uitslag wordt beïnvloed door anabolie (uitkomst is lager) en katabolie (uitkomst wordt overschat).

Er is geen consensus over de beste verdeling van eiwit over de dag. De *Richtlijn ondervoeding, herkenning, diagnosestelling en behandeling van ondervoeding bij volwassenen* adviseert voor een goede anabole respons 20 gram hoogwaardig eiwit (dierlijk eiwit), of 25-30 gram van gemiddeld voedingseiwit per maaltijd in combinatie met beweging. Op theoretische gronden is het niet aannemelijk dat dit voor patiënten met chronische nierschade anders is. In de praktijk zal dit echter niet altijd haalbaar zijn.

Dierlijk eiwit is vanwege de hogere biologische waarde en betere verteerbaarheid sterker gecorreleerd met spiermassa- en kracht dan plantaardig eiwit. Daarentegen adviseert de Gezondheidsraad een transitie naar een meer plantaardig voedingspatroon na te streven vanwege positieve gezondheidseffecten en duurzaamheid.

Vooralsnog lijkt voor preventie van Protein-Energy Wasting (PEW) het behalen van de dagelijkse eiwitbehoefte belangrijker dan de verdeling van eiwit over de dag of het type eiwit.

Eiwit- en energie-inname tijdens dialyse kan het katabole proces van hemodialyse compenseren en moet daarom worden gestimuleerd.

1. Inleiding

Eiwit- en energie ondervoeding komt in 20 tot 70% voor bij chronische hemodialysepatiënten, met een gemiddelde van 40%. Klinische observatie- en interventiestudies laten zien dat de spontane eiwitintake van hemodialysepatiënten tussen 0,8-1,0 g/kg lichaamsgewicht/dag is. ^[8] Een eiwitintake van minimaal 1,1 g per kg actueel lichaamsgewicht per dag in combinatie met een energie-intake van 30-40 kcal/kg/dag geeft een optimale metabole balans. ^[9,28]

De eiwitaanbeveling voor hemodialysepatiënten is hoger dan de adviezen van de Gezondheidsraad voor gezonde volwassenen. Dit is gebaseerd op het verlies van voedingsstoffen (glucose, aminozuren, vitamines en spoorelementen) via de dialysefilter en doordat de dialyse-behandeling zelf een katabole behandeling is. Dit katabole effect kan op langere termijn leiden tot een afname van de spiermassa. ^[9] Het eiwitverlies per hemodialyse-behandeling varieert van 6-8 gram ^[15] tot 10-12 gram. ^[31] Een eiwitintake <0,8 g eiwit/kg lichaamsgewicht/dag wordt geassocieerd met een hoger risico op mortaliteit. ^[28]

Onderzoeken tonen aan dat door middel van het voeden van hemodialysepatiënten tijdens dialysebehandeling met normale orale voeding, intradialytische parenterale voeding of dieetpreparaten het katabole effect kan worden teruggedrongen. ^[8,20,26,27,28]

2. Aanbevolen hoeveelheid eiwit

In internationale richtlijnen wordt de eiwitbehoefte gebaseerd op het lichaamsgewicht, waarbij niet altijd duidelijk is welk gewicht wordt bedoeld (actueel, ideaal of gecorrigeerd bij onder- of overgewicht). De *EBPG Guideline on nutrition 2007* ^[9] en *Clinical Practice Guideline Undernutrition in Chronic Kidney Disease 2019* van de UK Kidney Association (UKKA) ^[34] geven aan de eiwitbehoefte te berekenen met een ideaal lichaamsgewicht, de *ESPEN guideline on clinical nutrition in hospitalized patients with acute or chronic kidney disease 2021* ^[7] hanteert een genormaliseerd gewicht (niet duidelijk is wat hiermee wordt bedoeld) en in de *KDOQI Clinical practice guideline for nutrition in CKD: 2020 update* ^[13] wordt geen toelichting gegeven. De meeste internationale richtlijnen adviseren bij een stabiele hemodialysepatiënt een eiwitintake van 1,0-1,2 g/kg lichaamsgewicht/dag, de UKKA guideline beveelt 1,1-1,4 g/kg IBW/dag aan. De eiwitbehoefte is hoger dan de adviezen van de Gezondheidsraad voor gezonde volwassenen. Een hogere eiwit-inname bij hemodialyse is van belang omdat er bij de hemodialyse eiwitverlies optreedt en de behandeling een katabool effect heeft. Bij klinische ondervoeding of inflammatie is de eiwitbehoefte nog hoger. ^[7,9,17,19]

De eiwitbehoefte is van een aantal factoren afhankelijk, maar wordt in belangrijke mate bepaald door de lichaamssamenstelling (hoeveelheid vetvrije massa, VVM). Een eiwit-aanbeveling gebaseerd op gewicht houdt geen rekening met verschillen in lichaamssamenstelling. Vrouwen hebben over het algemeen minder VVM dan mannen. Bij ondergewicht is de VVM veelal relatief wat hoger en bij overgewicht is naar verhouding vaak meer vetmassa aanwezig. Aangenomen kan worden dat een eiwitaanbeveling gebaseerd op de hoeveelheid VVM dan ook dichterbij de werkelijke behoefte komt. ^[18,36,37] In de eerder genoemde internationale richtlijnen wordt echter geen rekening gehouden met individuele verschillen in lichaamssamenstelling, hoewel de *KDOQI 2020* wel adviseert lichaamssamenstelling te meten. ^[13]

PP Eiwit HD - versie 7, 11/2024 - status definitief - geldig tot 2029

Eindverantwoordelijk : DNN WG richtlijnen

Contactpersoon(en) : Inez Jans, diëtist Ziekenhuis Gelderse Vallei Ede

Goedgekeurd door : DNN WG richtlijnen, met instemming van NFN sectie richtlijnen

Afdrukdatum : 19-12-2024

Dam et al. hebben voor 115 hemodialysepatiënten de aanbevolen hoeveelheid eiwit berekend op basis van actueel gewicht, gewicht actueel resp. gecorrigeerd bij onder- en overgewicht en gemeten VVM. In alle BMI categorieën werd de eiwitbehoefte op basis van (aangepast) gewicht hoger ingeschat dan op basis van VVM, en dan met name bij hogere BMI en bij vrouwen. ^[6]

Met stijgende leeftijd neemt de spiermassa af; bij iemand van 80 jaar is gemiddeld 50% van de spiermassa verloren gegaan. Een hogere eiwitinname in combinatie met krachttraining kan het verlies beperken. Hoewel de WHO en de Gezondheidsraad ^[11] aangeven dat er onvoldoende bewijs is voor een hogere eiwitbehoefte voor ouderen, zijn er wel voldoende aanwijzingen dat een hogere eiwitinname de anabole resistentie deels kan compenseren. Anabole resistentie kenmerkt zich door een verminderde eiwit-resorptie, een hoger eiwitgebruik van de darm en lever, insulineresistentie (ten gevolge van overgewicht) en verminderde doorbloeding van de perifere weefsels. In de literatuur wordt voor ouderen dan ook vaak een eiwitbehoefte van 1,0-1,2 g/kg lichaamsgewicht/dag genoemd; voor ouderen met een acute of chronische aandoening is dit zelfs 1,2-1,5 g/kg lichaamsgewicht/dag. ^[39] Het is bekend dat eiwit-energie-ondervoeding (protein-energy wasting, PEW) bij oudere dialysepatiënten vaker voorkomt dan bij jongere dialysepatiënten. Maar door gebrek aan voldoende studies wordt in de richtlijnen voor de eiwitaanbeveling geen onderscheid gemaakt in leeftijd. ^[14]

Evenmin is er bewijs dat de eiwitaanbeveling bij hemodiafiltratie (HDF) anders zou moeten zijn dan bij hemodialyse (HD). Het belangrijkste verschil tussen HD en HDF is dat bij HDF middelmoleculen kunnen uit het bloed worden verwijderd. Amino-zuren zijn echter kleine moleculen met een daltongewicht <500. Deze kleine moleculen kunnen ook bij HD met low-flux en HD met high-flux kunstnieren uit het bloed worden verwijderd. Zie [DNN AR Behandeling HD](#). HDF draagt over het algemeen juist bij aan een betere voedingstoestand ^[29,41] Het verlies van albumine bij HDF heeft geen acute impact op plasma albumine en heeft geen effect op voedingsstatus. ^[5,10] Er is wel verschil in albumine verlies beschreven tussen de verschillende high-flux kunstnieren. ^[22] Enige onzekerheid is er bij patiënten-groepen met een hoog risico op ondervoeding zoals patiënten op hoge leeftijd, omdat er onder deze patiëntengroep weinig onderzoek is gedaan. ^[24,25] Er is geen reden om de eiwit inname bij HDF op te hogen, het blijft wel belangrijk om de voedingstoestand regelmatig te evalueren, zeker bij de patiënten met een verhoogd risico op ondervoeding.

Nutritional Assessment is inmiddels een belangrijk onderdeel van de dieetbehandeling geworden, waarbij ook steeds vaker de lichaamssamenstelling wordt gemeten. ^[13] Vanwege een mogelijk afwijkende vochtbalans moet gebruik worden gemaakt van de BIS of MF-BIA. Zie [DNN Toolkit NA](#).

Het advies van de DNN werkgroep richtlijnen is dan ook om de eiwitbehoefte waar mogelijk te baseren op de gemeten (en voor overvulling gecorrigeerde) VVM. Dit dus in tegenstelling tot de internationale richtlijnen en de daarvan afgeleide NFN *Richtlijnen Voeding bij chronische nierinsufficiëntie; inclusief Richtlijn Vitaminesuppletie*. ^[23]

- Indien de VVM niet kan worden gemeten, bepaal de eiwitbehoefte dan afhankelijk van de BMI op het gecorrigeerde of actuele gewicht of op de geschatte VVM (eVVM, bepaald met de [Gallagher formule](#)). ^[18] Hanteer bij overvulling het gewicht van voordat er sprake was van overvulling.
 - bij BMI <20 kg/m²: baseer op het gewicht passend bij een BMI van 20 kg/m²;
 - bij BMI 20-25 kg/m²: baseer op het actuele gewicht;
 - bij BMI >25 kg/m²: baseer op de eVVM.
- In de stabiele situatie is de eiwitaanbeveling:
 - 1,25-1,5 gram/kg (e)VVM/dag of
 - 1,0-1,2 gram eiwit/kg (gecorrigeerd) lichaamsgewicht/dag.

- Bij klinische ondervoeding, anabole resistentie (inflammatie) en ziekenhuisopname is de eiwitbehoefte tijdelijk verhoogd tot:
 - 1,5-1,9 gram/kg (e)VVM/dag of
 - 1,2-1,5 gram eiwit/kg (gecorrigeerd) lichaamsgewicht/dag.

3. PNA / PCR

De Protein equivalent of Nitrogen Appearance (PNA) en de protein catabolic rate (PCR) geven een inschatting van de hoeveelheid eiwit die een dialysepatiënt per dag gebruikt. Bij hemodialyse wordt deze waarde geschat op basis van interdialytische veranderingen in het serum ureum en de eventuele eiwit- en ureumuitscheiding met de urine (Urea Nitrogen Appearance: UNA). In elektronische patiëntendossiers voor dialyse kunnen berekeningen van de PNA / PCR zijn ingebouwd.

De PNA wordt beïnvloed door anabolie of katabolie. Zo zal een negatieve stikstofbalans een hogere eiwitinname suggereren dan daadwerkelijk het geval is. Tijdens een anabole fase wordt eiwit in het lichaam (met name de spieren) ingebouwd waardoor er een onderschatting ontstaat. Daarom is het belangrijk de PNA / PCR alleen te gebruiken bij stabiele hemodialysepatiënten. ^[9]

Het normaliseren van de PNA /PCR naar gewicht (nPNA/nPCR)) wordt gedaan om een algemene streefwaarde te kunnen geven en zo de uitslag eenvoudiger te beoordelen. Op groepsniveau kan het genormaliseerde PNA tevens gebruikt worden om de eiwitintake van de groep te kunnen beoordelen. Omdat de nPNA /nPCR is gebaseerd op het gewicht en dus niet op de VVM, kan de uitslag op individueel niveau niet worden gebruikt om te evalueren of het doel van de dieetbehandeling c.q. de eiwitinname is behaald. Als de eiwitbehoefte conform het DNN advies is gebaseerd op de (e)VVM, moet voor evaluatie van de eiwitinname de PNA / PCR worden afgezet tegen de (e)VVM.

$$PNA = (UNA \times 261,8) + (0,294 \times \text{ureumverdelingsvolume}^*) + \text{eiwitverlies in 24-uurs urine (in gram)}$$

$$UNA = \frac{(\text{ureum pre treatment}_2 - \text{ureum post treatment}_1) \times \text{ureumverdelings volume} + (\text{gewicht pre treatment}_2 - \text{gewicht post treatment}_1) \times \text{ureum pre treatment}_2 + \text{rest GFR} \times (\text{ureum pre treatment}_2 + \text{ureum post treatment}_1)}{\text{duur dialysesessie (minuten)}} \times \frac{2000}{2000}$$

Tabel 1 Formule voor berekening PNA.

* Voor de bepaling van het ureumverdelingsvolume wordt de Watson & Watson formule geadviseerd. Zie hiervoor [DNN AR referentie- en streefwaarden en formules](#).

4. Soort eiwit

In de internationale richtlijnen wordt geen onderscheid gemaakt tussen dierlijk of plantaardig eiwit omdat hier nog te weinig evidence voor is. ^[13]

Dierlijk eiwit heeft een hogere biologische waarde en betere verteerbaarheid dan plantaardig eiwit. De aminozuursamenstelling van dierlijk eiwit komt beter overeen met de aminozuur-samenstelling van lichaamseiwit en lijkt sterker gecorreleerd met spiermassa- en kracht dan plantaardig eiwit.

Daarentegen adviseert de Gezondheidsraad in de *Richtlijnen goede voeding* een transitie van dierlijk naar plantaardig eiwit na te streven. Redenen hiervoor zijn de positieve effecten op de gezondheid en duurzaamheid. Een voedingspatroon met veel bewerkt en rood vlees hangt samen met een hoger risico op chronische ziekten. ^[11] Eventueel kan vermindering van dierlijk niet-zuivel eiwit worden aanbevolen, waarbij het relatief hoge fosfaatgehalte van zuivel kan leiden tot een andere afweging.

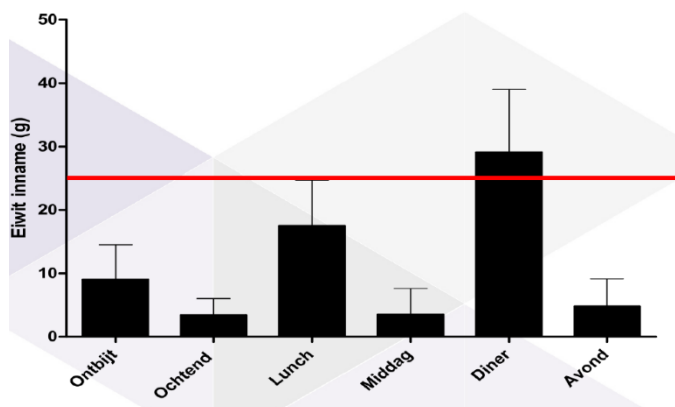
Bij een veganistisch voedingspatroon is de eiwitbehoefte 1,3 maal hoger dan de eiwitbehoefte bij gebruik van een vegetarisch of gemengd voedingspatroon. De hogere eiwit-aanbeveling voor het vegetarisch voedingspatroon is vervallen; wel is het belangrijk dat verschillende eiwitbronnen worden gecombineerd. ^[12]

5. Verdeling eiwitinname over de dag

Uit onderzoeken blijkt dat niet alleen de totale eiwitinname van invloed is op de stikstofbalans en spiermassa- en kracht, maar dat ook de verdeling van de eiwitinname mogelijk een rol speelt. De onderzoeksresultaten zijn echter niet eenduidig en niet uitgevoerd bij hemodialysepatiënten. Op theoretische gronden is het niet aannemelijk dat dit voor patiënten met chronische nierschade anders is.

Er moet een minimale hoeveelheid aminozuren in de spiercellen aanwezig zijn om de spiereiwitssynthese te stimuleren. Voor een goede anabole respons is dit ongeveer 10 gram essentiële aminozuren. Hiervoor is een maaltijd met 20 gram hoogwaardig eiwit (zuivel (met name wei-eiwit), ei, soja en vlees/vis/kip) nodig. Dit komt overeen met 25-30 gram gemiddeld voedingseiwit. ^[38]

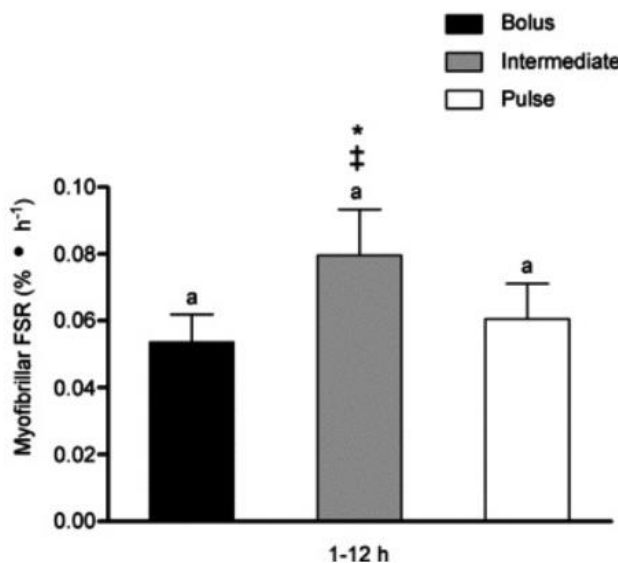
Het ontbijt en de lunch in een gebruikelijke Nederlandse voedingspatroon bevatten over het algemeen minder dan 20 gram eiwit. ^[32]



Figuur 1 Dagelijkse eiwitinname ouderen. ^[25]

In een interventiestudie kregen ouderen daarom gedurende 24 weken bij ontbijt en lunch 15 gram eiwitsuppletie of placebo. Na afloop was de hoeveelheid spiermassa in beide groepen gelijk gebleven. Het fysiek functioneren was in de groep met eiwitsuppletie wel significant verbeterd. ^[33]

Areta et al. (2013) hebben bij gezonde volwassenen onderzocht op welke wijze na weerstands-oefening de skeletspiereiwitssynthese het beste wordt gestimuleerd. De anabole stimulans was na gebruik van 4 x 20 gram wei-eiwit elke 3 uur (intermediate feeding) beter dan na gebruik van 2 x 40 gram elke 6 uur (bolus feeding) of 8 x 10 gram elke 1½ uur (pulse feeding**). ^[1]



Figuur 2 Skeletspiereiwitsynthese na bolus, intermediate en pulse feeding. ^[1]

Er gaan dan ook stemmen op om 4 maaltijden per dag te adviseren, met elk minimaal 20 gram eiwit. ^[38] Op theoretische gronden zijn maaltijden met 20-30 gram eiwit, bij voorkeur in combinatie met (weerstand)training, ook voor dialysepatiënten waarschijnlijk gunstig voor de skeletspiereiwitsynthese. In de praktijk zal dit echter niet altijd haalbaar zijn.

Er zijn echter ook onderzoeken waaruit een andere eiwitverdeling juist gunstig blijkt te zijn. Arnal et al. (1999) hebben onderzocht of bij oudere vrouwen gebruik van vrijwel de hele eiwitbehoefte (80%) in één maaltijd (pulse feeding**) tot een betere stikstofbalans leidt dan een voeding waarbij de benodigde hoeveelheid eiwit was verdeeld over 4 maaltijden. De pulse feeding had een beter effect op de lichaamssamenstelling, met name de vetvrije massa. ^[2] Recenter hebben Bouillanne et al. (2012) hetzelfde onderzocht bij ondervoede ouderen in een revalidatiesetting. Na een interventie van 6 weken bleek pulse feeding (waarbij 72% van de eiwitbehoefte in één maaltijd werd verstrekt) een beter effect te hebben op toename vetvrije massa dan een voeding waarin de hoeveelheid eiwit werd verdeeld over 4 maaltijden. Er was geen verschil in handknijpkracht of ADL score. ^[3] In de dagelijkse praktijk is pulse feeding naar alle waarschijnlijkheid lastig uit te voeren als er tevens sprake is van een verminderde eetlust.

** Nota bene:

In de literatuur wordt de term 'pulse feeding' op verschillende manieren geïnterpreteerd. Arnal gebruikt pulse feeding voor gebruik van 80% van de eiwitbehoefte in één maaltijd. Areta gebruikt pulse feeding voor het gebruik van frequent kleine hoeveelheden eiwit.

6. Eiwitname tijdens hemodialyse

Hemodialyse is een katabool proces. Een van de factoren hierbij is het verlies van aminozuren tijdens de dialysebehandeling. Caglar et al. (2002) beschrijven een pilot studie waarin ondervoede hemodialysepatiënten tijdens dialyse gedurende 6 maanden drink-voeding (± 17 gram eiwit) kregen. Zowel het serum albumine als de SGA verbeterden significant. ^[4] Ook Veeneman et al. (2003) hebben onderzocht wat het effect is van consumptie van een eiwit- en energieverrijkte yoghurt tijdens hemodialyse. Concluderend vonden ze dat consumptie van een eiwit- en energieverrijkte maaltijd het negatieve effect van dialyse op de eiwitbalans van het hele lichaam opheft. ^[35] Dit biedt een mogelijkheid voor voedingsinterventie ter voorkoming van eiwit-energie-ondervoeding (PEW). Lacson et al. (2012) en Weiner et al. (2014) hebben later in grote studies gevonden dat patiënten met eiwit- en energieondervoeding (gedefinieerd als

serum albumine ≤ 35 gram/L) een betere overleving hebben bij gebruik van drinkvoeding met 14-20 gram eiwit tijdens de dialysebehandeling. ^[20,40] Kalantar-Zadeh et al. (2011) stellen dat het katabole effect van de hemodialysebehandeling kan worden verzacht, of zelfs worden omgezet in een anabole toestand door verstrekking van intradialytische voeding, met name in de vorm van maaltijden of orale supplementen. ^[15]

Hoewel een maaltijd tijdens dialyse het risico op intradialytische hypotensie (IDH) kan verhogen, weegt dit nadeel over het algemeen niet op tegen het voordeel. Hemodialysepatiënten moet, indien de hemodynamiek dit toelaat, naar onze mening worden geadviseerd een eiwitrijke verstrekking tijdens de hemodialysebehandeling te gebruiken. Dit ongeacht hun voedingstoestand. Zie [DNN AR Eten tijdens hemodialyse en IDH](#).

7. Literatuur

1. Areta, J. L., Burke, L. M., Ross, M. L., Camera, D. M., West, D. W. D., Broad, E. M., Jeacocke, N. S., Moore, D. R., Stellingwerff, T., Phillips, S. M., Hawley, J. A., & Coffey, V. G. (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *The Journal of Physiology*, 591(1), 2319-2331. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.244897>
2. Arnal, M.-A., Mosoni, L., Boirie, Y., Houlier, M.-L., Morin, L., Verdier, E., Ritz, P., Antoine, J.-M., Prugnaud, J., Beaufrère, B., & Mirand, P. P. (1999) Protein pulse feeding improves protein retention in elderly woman. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(6), 1202-1208. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.6.1202>
3. Bouillanne, O., Curis, E., Hamon-Vilcot, B., Nicolis, I., Chrétien, P., Schauer, N., Vincent, J.-P., Cynober, L., & Aussel, C. (2012). Impact of protein feeding on lean mass in malnourished and at-risk hospitalized elderly patient: a randomized controlled trial. *Clinical Nutrition*, 32(2), 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.08.015>
4. Caglar, K., Fedje, L., Dimmit, R., Hakim, R. M., Shyr, Y., & Ikizler, T. A. (2002). Therapeutic effects of oral nutritional supplementation during hemodialysis. *Kidney International*, 62(3) 1054-1059. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2002.00530.x>
5. Combarous, F., Tetta, C., Chapuis Cellier, C., Wratten, M. L., Custaud, M. A., De Catheu, T., Fouque, D., David, S., Carraro, G., & Laville M. (2002). Albumin loss in on-line hemodiafiltration. *The International Journal of Artificial Organs*, 25(3), 203-209. <https://doi.org/10.1177/039139880202500306>
6. Dam, M., Hartman E. A., Kruizenga, H., Van Jaarsveld, B. C., & Weijs, P. J. M. (2000). Are we overfeeding hemodialysis patients with protein? Exploring an alternative method to estimate protein needs. *Clinical Nutrition ESPEN*, 44, 230-235. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.06.012>
7. Fiaccadori, E., Sabaino, A., Barazzoni, R., Carrero J. J., Cupisti, A., De Waele, E., Jonkheer, J., Singer, P., & Cuerda, C. (2021). ESPEN guideline on clinical nutrition in hospitalized patients with acute or chronic kidney disease. *Clinical Nutrition*, 40(4), 1644-1668. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2021.01.028>
8. Fouque, D. (2003). Nutritional requirements in maintenance hemodialysis. *Advances in Renal Replace Therapy*, 10(3), 183-193. <https://doi.org/10.1053/j.arrt.2003.08.007>
9. Fouque, D., Vennegoor, M., Ter Wee, P., Wanner, C., Basci, A., Canaud, B., Haage, P., Konner, K., Kooman, J., Martin-Malo, A., Pedrini, L., Pizzarelli, F., Tattersall, J., Tordoir, J., & Vanholder, R. (2007). EBPG Guideline on nutrition. *Nephrology, Dialysis Transplantation*, 22(suppl 2), ii45-ii87. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfm020>

10. Fournier, A., Birmelé, B., François, M., Prat, L., & Halimi, J.-M. (2015). *The International Journal of Artificial Organs*, 38(2), 76-82.
<https://doi.org/10.5301/ijao.5000389>
11. Gezondheidsraad. (2015). *Richtlijnen goede voeding*. Geraadpleegd 16 juni 2023, van <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2015/11/04/richtlijnen-goede-voeding-2015K>
12. Gezondheidsraad. (2023). *Gezonde eiwittransitie*. Geraadpleegd op 28 april 2024, van <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2023/12/13/advies-gezonde-eiwittransitie>.
13. Ikizler, T. A., Burrowes, J. D., Byham-Gray, L. D., Campbell, K. L., Carrero, J.-J., Chan, W., Fouque, D., Friedman, A. N., Ghaddar, S., Goldstein-Fuchs, D. J., Kaysen, G. A., Kopple, J. D., Teta, D., Wang, A. Y.-M., & Cuppari, L. (2020). KDOQI Clinical practice guideline for nutrition: 2020 update. *American Journal of Kidney Diseases*, 76(3 (suppl 1), S1-S107. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2020.05.006>
14. Johansson, L., Fouque, D., Bellizzi, V., Chauveau, P., Kolko, A., Molina, P., Sezer, S., Ter Wee, P. M., Teta, D., & Carrero, J. J. (2017). As we grow old: nutritional considerations for older patients on dialysis. *Nephrology, Dialysis, Transplantation*, 32(7), 1127-1136. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfw201>
15. Kalantar-Zadeh, K., Cano, N. J., Budde, K., Chazot, C., Kovesdy, C. P., Mak, R. H., Mehrotra, R., Raj, D. S., Sehgal, A. R., Stenvinkel, P., & Ikizler, T. A. (2011). Diets and enteral supplements for improving in chronic kidney disease. *Nature Reviews Nephrology*, 7(7), 369-384. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2011.60>
16. Kloppenburg, W. D., Stegeman C. A., De Jong, P. E., & Huisman, R. M. (2001). Anthropometry-based equations overestimate the urea distribution volume in hemodialysis patients. *Kidney International*, 59(3), 1165-1174.
<https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2001.0590031165.x>
17. Kruizenga, H., Beijer, S., Huisman-De Waal, G., Jonkers-Schuitema, C., Klos, M., Remijnse-Meester, W., Thijs, A., Tieland, M., Vasse, E., & Witteman, B. (2019). *Richtlijn ondervoeding. Herkenning, diagnosestelling en Behandeling van ondervoeding bij volwassenen met addendum richtlijn ondervoeding september 2021*. Geraadpleegd op 19 februari 2024, van <https://www.kenniscentrumondervoeding.nl/wp-content/uploads/2022/04/SoV01-Richtlijn-Ondervoeding-februari-2019-met-addendum-september-2021.pdf>
18. Kruizenga, H., & Wierdsma, N. (2020). *Zakboek diëtetiek*. (2^e herziene dr.). VU University Press.
19. Kuhlmann, M. K., Schmidt, F., & Kohler, H. (1999). High protein/energy vs. standard protein/energy nutritional regimen in the treatment of malnourished hemodialysis patients. *Mineral and Electrolyte Metabolism*, 25, 306-310.
<https://doi.org/10.1159/000057465>
20. Lacson, E., Wang, W., Zebrowski, B., Wingard, R., & Hakim, R. M. (2012). Outcomes associated with intradialytic oral nutritional supplements in patients undergoing maintenance hemodialysis: A quality improvement report. *American Journal of Kidney Diseases*, 60(4), 591-600. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2012.04.019>
21. Lim, V. S., Ikizler, T. A., Raj, D. S. C., & Flanigan, M. J. (2005). Does hemodialysis increase protein breakdown? Dissociation between whole-body amino acid turnover and regional muscle kinetics. *Journal of the American Society of Nephrology*, 16(4), 862-868. <https://doi.org/10.1681/ASN.2004080624>
22. Morena, M., Creput, C., Bouzernidj, M., Rodriguez, A., Chalabi, L., Seigneuric, B., Lauret, C., Bargnoux, A.-S., Dupuy, A.-M., & Cristol, J.-P. (2019). Randomised trial on clinical performances and biocompatibility of four high-flux hemodialyzers in two mode treatments: hemodialysis vs post dilution hemodiafiltration. *Scientific Reports*, 9, 18265. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54404-7>

23. Nederlandse Federatie voor Nefrologie (NFN, 2014). *Richtlijnen Voeding bij chronische nierinsufficiëntie; inclusief Richtlijn Vitaminesuppletie*. Geraadpleegd op 16 juni 2023, van <https://publicatie.nefro.nl/richtlijnen/voeding-en-vitaminesuppletie-2014/>
24. Piccoli, G. B., Cabiddu, G., Moio, M. R., Fois, A., Cao, R., Molfino, I., Kaniassi, A., Lippi, F., Froger, L., Pani, A., & Biolcati, M. (2018). Efficiency and nutritional parameters in an elderly high risk population on hemodialysis and hemodiafiltration in Italy and France: different treatments with similar names? *BMC Nephrology*, 19: 171. <https://doi.org/10.1186/s12882-018-0948-8>
25. Piccoli, G. B., Lippi, F., Fois, A., Gendrot, L., Nielsen, L., Vigreux, J., Chatrenet, A., D'Alessandro, C., Cabiddu, G., & Cupisti, A. (2020). Intradialytic nutrition and hemodialysis prescriptions: A personalized stepwise approach. *Nutrients*, 12(3): 785. <https://doi.org/10.3390/nu12030785>
26. Pupim, L. B., Majchrzak, K. M., Flakoll, P. J., & Ikizler, T. A. (2006). Intradialytic oral nutrition improves protein homeostasis in chronic hemodialysis patients with deranged nutritional status. *Journal of the American Society of Nephrology*, 17(11), 3149–3157. <https://doi.org/10.1681/ASN.2006040413>
27. Raj, D. S., Zager, P., Shah, V. O., Dominic, E. A., Adeniyi, O., Blandon, P., Wolfe, R., & Ferrando, A. (2004) Protein turnover and amino acid transport kinetics in end-stage renal disease. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 286(1), E136–E143. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00352.2003>
28. Raj, D. S., Welbourne, T., Dominic, E. A., Water, D., Wolfe, R., & Ferrando, A. (2005). Glutamine kinetics and protein turnover in end-stage renal disease. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 288(1), E37–E46. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00240.2004>
29. Santos, A. F., Da Cunha, R. S., Stinghen, A. E. M., & De Souza, W. M. (2022). Online hemodiafiltration (HDF) versus high-flux hemodialysis (hf-HD): A review. *Research, Society and Development*, 11(4), e17111427237. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27237>
30. Shinaberger, C. S., Kilpatrick, R. D., Regidor, D. L., McAlliser, C. J., Greenland, S., Kopple, J. D., & Kalantar-Zadeh, K. (2006) Longitudinal associations between dietary protein intake and survival in hemodialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases*, 48(1), 37–49. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2006.03.049>
31. Tan, T. C., & Debajyoti, R. (2015). Intradialytic Parenteral Nutrition (IDPN): An evidence based review. *Journal of Renal Nutrition and Metabolism*, 1(3), 117–120.
32. Tieland, M., Borgonjen-Van den Berg, K. J., Van Loon, L. J. C., & De Groot, L. C. P. G. M. (2012). Dietary protein intake in community-dwelling, frail, and institutionalized elderly people: scope for improvement. *European Journal of Nutrition*, 51(2), 173–179. <https://doi.org/10.1007/s00394-011-0203-6>
33. Tieland, M., Van de Rest, O., Dirks, M. L., Van der Zwaluw, N., Mensink, M., Van Loon, L. J. C., & De Groot, L. C. P. G. M. (2013). Protein supplementation improves physical performance in frail elderly people; a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of the American Medical Directors Association*, 13(8), 720–726. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.07.005>
34. UK Kidney Association (UKKA, 2019). *Clinical Practice Guideline Undernutrition in Chronic Kidney Disease*. Geraadpleegd op 17 juni 2023, van <https://ukkidney.org/sites/renal.org/files/FINAL-Nutrition-guideline-June-2019-RNG-endorsed.pdf>
35. Veeneman, J. M., Kingma, H. A., Boer, T. S., Stellaard, F., De Jong, P. E., Reijngoud, D.-J., & Huisman, R. M. (2003). Protein intake during hemodialysis maintains a positive whole body protein balance in chronic hemodialysis patients. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 284(5), E954–E965. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00264.2002>

36. Velzeboer, L., Huijboom, M., Weijs, P., Engberink, M., & Kruijzena, H. (2017). Hoe berekenen we de eiwitbehoefte bij ondergewicht en overgewicht? Geeft de formule van Gallagher een betere schatting? *Nederlands Tijdschrift voor Voeding & Diëtetiek*, (72)1, S1-S7.
37. Weijs, P. J. M., Sauerwein, H.P., & Kondrup, J. (2012). Protein recommendations in the ICU: g protein/kg body weight - which body weight for underweight and obese patients? *Clinical Nutrition*, 31(5), 774-775.
<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.04.007>
38. Weijs, P. (2015). Eiwitbalans bij ziekte, gezondheid en veroudering. *Nederlands Tijdschrift voor Voeding en Diëtetiek*, 70(6), 12-14.
39. Weijs, P., & Soeters, M. (2023). Eiwit. In M. Soeters, N. Wierdsma, H. Kruijzena & G. Bouma (Reds.). *Leerboek Voeding*. Bohn Stafleu van Loghum.
40. Weiner, D. E., Tighiouart, H., Ladik, V., Meyer, K. B., Zager, P. G., & Johnson, D. S. (2014). Oral intradialytic nutritional supplement use and mortality in hemodialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases*, 63(2), 276-285.
<https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.08.007>
41. Zhang, Z.-Y., Li, M.-X., Yu, H., Zhao, J., Xiao, F.-L., & Xuan, F. (2021). Combination of multiple hemodialysis modes: Better treatment options for patients under maintenance hemodialysis. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 17, 127-133. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S288023>