

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	1
Les 1 Inleiding.....	5
Wat als we niet eten?	5
Waarom eten we?	5
Voedingsstoffen.....	5
Indeling nutriënten	6
Essentiële ↔ niet-essentiële voedingsstoffen	6
Non nutriënten en bioactieve stoffen	6
Xenobiotica en natuurlijk voorkomende toxines.....	6
Biobeschikbaarheid van een nutriënt	6
Hoe voeden we ons?.....	7
Wat is de voedingsbehoefte?	7
Voedingsaanbeveling	7
Bepaling van de voedingsaanbevelingen	8
Methoden ter bepaling van de voedingsaanbevelingen.....	8
Voedingsstatus of voedingstoestand.....	9
Manieren om voedingstoestand te bepalen	9
Les 2 Lichaamssamenstelling.....	11
Waaruit bestaat ons lichaam? Verschillende visies	11
Visie chemicus (atomen)	11
Visie biochemicus (moleculair niveau).....	12
Visie celbioloog: verzameling van cellen, extracellulair vocht en structuren.....	13
Visie van de fysioloog: verzameling van weefsels.....	13
Visie van de mens	13
5 niveaus met eigen componenten	13
Gebruik van lichaamsmodellen	14
Tweecompartimentenmodel.....	14
Multicompartimentmodel.....	15
Les 3 - 4 Bepaling van de lichaamssamenstelling	16
1. Directe methoden	16
1.1 IVNAA = In vivo neutron activation analysis	16
1.2 Karkasanalyse.....	17
2. Indirecte methoden.....	18

2.1 Densitometrie	18
2.2 Indirecte methode: dilutietechnieken.....	19
Bepaling totale lichaamswater (TBW).....	20
Bepaling extracellulaire water (ECW)	21
Bepaling van het longvolume	21
Bepaling van de vetmassa	21
Bepaling totale lichaamskalium.....	22
2.3 Indirecte methode: beeldvorming	23
Foton of X-straalabsorptiemetrie	23
Computer Tomogram (CT) scan.....	23
MRI.....	24
Ultrasonografie: echografie.....	24
3. Dubbel indirecte methoden.....	25
3.1 Antropometrie	25
3.2 Dubbel indirecte methode: BIA.....	33
3.3 Dubbel indirecte methode: creatinine excretie	34
Les 7-12 Energiemetabolisme	35
Basisbegrippen energie.....	35
Meten van chemische energie in voeding.....	35
Energiegehalte van voeding	36
Energieverbruik meten van mens.....	37
Indeling energieverbruik van de mens.....	40
Totale energiebehoefte.....	43
Energiebalans	44
Aanpassingen van energie-inname aan energieverbruik.....	44
Aanpassingen van energieverbruik aan energie-inname	46
Les 13 – 15 Koolhydraten	50
Voedingsvezel.....	50
Enkelvoudige koolhydraten/suikers.....	51
Monosachariden DP = 1.....	51
Disachariden DP = 2.....	52
Low calorie sweetener = LCS	53
Lipiden.....	54
Indeling en rol.....	54
Verzadigd vetzuur = saturated fatty acid SFA.....	54
Onverzadigde vetzuren	55

Nomenclatuur	55
Triglyceriden	56
Fosfolipiden	57
Steroïden: cholesterol – sterolen.....	57
Andere lipiden.....	57
Bronnen	58
Landdieren.....	58
Vis – visolie – zeeschaaldieren.....	58
Plantaardige vetten:.....	58
Plantaardige sterolen:	59
Vertering lipiden	59
Absorptie lipiden.....	60
Verschillende fracties gevormd tijdens vertering:.....	60
Transport lipiden.....	61
Transport door chylomicronen	62
Transport door VLDL	63
Transport door LDL	63
Transport door HDL.....	64
Lipidenmetabolisme.....	65
Anabolisme (kleine moleculen omzetten in grote moleculen) = opbouw	65
Katabolisme (grote moleculen afbreken in kleine moleculen) = afbraak	65
Cholesterolsynthese en excretie.....	65
Rol in lichaam lipiden	66
1. Energieopslag.....	66
Meest efficiënte vorm: 9 kcal/g Normaal vetgehalte ~ energiebehoefte > 6 weken	66
2. Beschermende rol	66
3. Structurele rol	66
4. Metabole rol.....	66
Lipiden rol in voeding.....	66
Aanbeveling.....	67
Gezondheidsaspecten	67
Essentiële vetzuren	67
Invloed van voeding op lipide- en lipoproteïnespiegels.....	68
Les 18-21 eiwitten	70
Indeling.....	70
Amino-zuren = bouwsteen van proteïnen:.....	70

Les 1 Inleiding

Wat als we niet eten?

11 van de 19 meest voorkomende doodsoorzaken door gebrek aan evenwichtige voeding

Waarom eten we?

1. Gedragmatige en sociologische aspecten
2. Fysiologische behoeften
 - Energie
 - Bouwstoffen
 - Andere voedingsstoffen
 - Geen energetische waarde
 - Kleine hoeveelheden
 - Nodig voor de gezondheid

} Macro nutriënten

Voedingsleer = studie van voeding in relatie tot gezondheid

Voedsel = alles wat gegeten en gedronken kan worden

Voeding = het proces van kiezen en nuttigen van voedsel, de fysiologie in het lichaam en het effect op gezondheid → optimale voeding = evenwichtige voeding die alle noodzakelijke voedingsstoffen bevat in een juiste hoeveelheid om het lichaam optimaal te laten functioneren.

Voedingsstof = chemisch definieerbaar bestanddeel of groep van bestanddelen van een voedingsmiddel

Voedingsstoffen

- Essentiële voedingsstoffen/nutriënten (9 AZ – 2 VZ – 13 vit – 6 min – 8 oligo – H₂O)
- Niet – essentiële voedingsstoffen/nutriënten
- Bioactieve voedingscomponenten
- Xenobiotica en natuurlijk voorkomende toxinen

Waarvoor dienen deze?

- Cellen
- Organen
- Lichaam
- Weefsels
- Systemen/stelsels
- Cellulaire organellen

Essentiële voedingsstoffen = Nutriënten = chemische stoffen die uit het voedsel moeten worden opgenomen omdat ze noodzakelijk zijn voor de nutritionele ondersteuning van het lichaam → voorziening van energie en aanmaak van lichaamseigen stoffen met het oog op een optimale groei, onderhoud en herstel van het lichaam.

Zes (soms 7) klassen van nutriënten:

Proteïnen	Lipiden	Koolhydraten(voedingsvezels)
Water	Macro- en micro-elementen	Vitamines

Indeling nutriënten

Anorganisch ↔ organisch

Energie- ↔ niet-energie leverende

Macro – ↔ micronutriënten

Essentiële ↔ niet-essentiële voedingsstoffen

Essentiële ↔ niet-essentiële voedingsstoffen

Essentiële nutriënten zijn nutriënten die nodig zijn hebben voor normale fysiologische integriteit en die ons lichaam niet zelf kan aanmaken → via het voedsel

Criteria:

- Afwezigheid van deze stof in het voedsel leidt tot een verandering van één of ander biologisch proces in het lichaam en/of leidt tot een klinisch manifeste deficiëntie.
- Eenmaal het nutriënt terug aanwezig is in het voedselpakket, wordt de normale functie hersteld (behalve indien er reeds irreversibele schade aanwezig is).
- De biologische functie van het nutriënt is gekend (minder strikt criterium dan de twee andere).

Non nutriënten en bioactieve stoffen

Non-nutriënten = chemische stoffen in voedingsmiddelen die niet behoren tot de klassieke “essentiële nutriënten” en die geen gekende nadelige invloed hebben op het menselijk lichaam

- ➔ Aan een (groeïend) aantal van deze stoffen worden gunstige effecten voor de gezondheid toegeschreven = **bioactieve voedingscomponenten**

Xenobiotica en natuurlijk voorkomende toxines

Oefenen een potentieel toxisch effect uit op het menselijk organisme

1. Xenobiotica = Normaal niet aanwezig in het voedsel

→ Intentioneel toegevoegd

- Kleurstoffen
- Bewaarmiddelen ...

→ Niet-intentioneel toegevoegd

- Pesticide residu
- Dioxines
- Kwik in vis

2. Natuurlijk voorkomende toxines

- Solanine in tomaten & aardappelen
- Mycotoxines

Biobeschikbaarheid van een nutriënt

Inname van een nutriënt via een voedingsmiddel of via een maaltijd → voedingsmiddelentabellen

De hoeveelheid van inname komt niet overeen met de hoeveelheid die wordt geabsorbeerd in het gastro-intestinaal stelsel en beschikbaar is voor effectief gebruik in het lichaam

→ Effectieve opname wordt beïnvloed door de **biologische beschikbaarheid of biobeschikbaarheid**:

Externe factoren biobeschikbaarheid:

Europa:

Dietary Reference Values = DRV (hoeveel nutriënten je krijgt uit voeding)

Dietary Reference Intakes = DRI (hoeveel nutriënten je dagelijks moet innemen)

- Opgesplitst per leeftijd, geslacht, zwangerschap, lactatie

Opgelet! Behoeftte ≠ referentiewaarde → Referentiewaarden zijn bedoeld voor groepen mensen

Een behoefte komt overeen met de fysiologische noden

- Behoeftte niet eenvoudig te bepalen
- Afhankelijk van individuele kenmerken

= niet voor iedereen exact hetzelfde

→ Behoeftteverdeling en gemiddelde behoefte

→ Gemiddelde behoefte = basis voor DRV

Bepaling van de voedingsaanbevelingen

Vertrekpunt:

- Verband tussen inname en:

Deficiëntieziekten

Biochemische parameters van voedingstoestand

Indicatoren van kans op chronische ziekten

- Factoren die behoefte bepalen:

Obligate verliezen (urine, faeces, zweet)

Extra nood (groei, zwangerschap, lactatie)

Niet mogelijk gemiddelde
behoefte te bepalen

ADEQUATE INNAME (AI)
= geschat niveau van adequate inname voor gezonde personen indien onvoldoende gegevens beschikbaar zijn om een ADH af te leiden



GEMIDDELTE BEHOEFTE
= (ESTIMATED) AVERAGE REQUIREMENT
Niveau van inneming toereikend voor helft van populatie



AANBEVOLEN DAGELIJKSE HOEVEELHEID
= (RECOMMENDED) DIETARY ALLOWENCES
= gemiddelde behoefte + 2SD₅

AANVAARDBARE BOVENGRENS VAN INNAME
= Hoogste niveau van inname waarbij volgens de huidige beschikbare gegevens geen schadelijke effecten worden waargenomen of te verwachten zijn



NOAEL (No observed adverse effect level)
= hoogste niveau van inname waarbij geen effecten van overdosering zijn waargenomen

- STDEV = statistische term, rekenkundige maat voor de spreiding van de getallen rondom het gemiddelde

- Aanbeveling Europa

EFSA = richtlijnen voor inname van voedingsstoffen

- Aanbevelingen België

Hoge gezondheidsraad (nieuw 2016)

Methoden ter bepaling van de voedingsaanbevelingen

Deprivatiestudies = voedingsstof weglaten uit voeding → Observeren wanneer symptomen verschijnen → Nagaan bij welke dosis symptomen verdwijnen

Balansstudies = inname en verlies van nutriënt gedetailleerd opmeten

→ Verlies stoelgang, urine, zweet, menstrueel vochtverlies

Factoriële benadering = theoretische schatting om verliezen te compenseren, rekening houdend met normale stofwisselingsprocessen en gegevens over biologische beschikbaarheid en reserves

Biomarkers = bepalen welke dosis nodig is om normale waarden van biologisch actieve componenten in bloed of enzymactiviteit in bepaalde weefsels

→ Stof toedienen zoals radioactief element

→ Bepaalde waarden van biologisch actieve componenten in bloed te bepalen

Associatiebenadering of epidemiologische studies = beeld verkrijgen wat een gezonde populatie gemiddeld consumeert

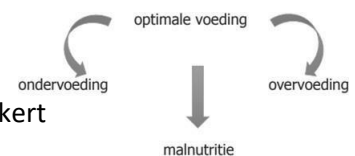
Dierexperimenten = opbouw dosis-respons curve → gezonde populatie → patiënten populaties

Voedingsstatus of voedingstoestand

Voedingstoestand = resultaat in het lichaam van desamenstellingen hoeveelheid van ingenomen voedsel en de vertering, resorptie, verwerking en excretie ervan

→ Doel: optimale voedingstoestand

Optimale nutritionele toestand = voedingstoestand die het langste gezond leven verzekert



Manieren om voedingstoestand te bepalen

<p>Optimale voeding</p> <p>→ Normale ontwikkeling, gezond en kwalitatief leven</p>	<p>Ondervoed</p> <p>→ Verminderde fysische en mentale ontwikkeling</p> <p>→ Immune systeem verminderd</p> <p>→ Hogere kans op infecties</p> <p>→ Vicious cirkel van ondervoeding</p>
<p>Overvoed</p> <p>→ Obesitas</p> <p>→ Metabool syndroom</p> <p>→ Diabetes</p> <p>→ Combinatie van overvoeding & ondervoeding</p>	<p>Slechte voeding / malnutritie</p> <p>→ Double burden of malnutrition</p> <p>→ Overvoeding enerzijds</p> <p>→ Ondervoeding anderzijds</p>

- Antropometrie = Op basis van lichaamsamenstelling

- Dieet of voedingsinname = uit de voeding afleiden of de persoon een goed voedingspatroon heeft

- Meting weefselreserve

- Exercise of energiebalans

- Biochemische data

- Klinische symptomen

→ Interpretatie t.o.v. referentiepersoon

Referentiepersoon

- Opgesteld door verschillende organisaties

	Referentieman		Referentievrouw	
	cm	kg	cm	kg
• FAO		65		55
• ICRP	170	70	160	58
• CEC gewenst		66		57
• CEC werkelijk		75		62
• RDA		79		63

- Afhankelijk van geslacht & leeftijd

Les 2 Lichaamssamenstelling

Lichaamssamenstelling geeft info over de nutritionele status en kwaliteit van de voeding van een persoon = gezondheidstoestand van een individu in functie van de inname en gebruik van nutriënten.

- Opsporen nutritioneel exces: meestal in lipide, vetten
- Opsporen nutritionele deficiëntie

Opsporen door voedingsanamnese = gesprek over voedingsinname

Antropometrische evaluaties (lichaamsmeting)
& biochemische evaluaties (parameter in bloed of urine)
& klinische evaluaties

Waaruit bestaat ons lichaam? Verschillende visies

5 verschillende niveaus met ≠ componenten

Visie mens → lichaam

Visie fysioloog → verzameling weefsels

Visie celbioloog → verzameling cellen

Visie biochemicus → verzameling moleculen (=macronutriënten) inclusief water

Visie chemicus → verzameling atomen

Lichaamssamenstelling bestuderen adhv compartimentmodellen

- Tweecompartiment → componenten hebben verschillende eigenschappen
- Multicompartiment → Nauwkeuriger, moeilijker te bestuderen → Niet-stabiele situaties

Visie chemicus (atomen)

Zuurstof zit in water & hemoglobine (bloed)

Koolstof zit in koolhydraten (glucose), vetten

Stikstof zit in proteïnen en ...zuur

Calcium: botten

Fosfor: botten

▪ Zuurstof (O)	43 kg
61%	
▪ Koolstof (C)	16 kg
23%	
▪ Waterstof (H)	7 kg
10%	
▪ Stikstof (N)	1,8 kg
2,6%	
▪ Calcium (Ca)	1.0 kg
1,4%	
▪ Fosfor (P)	0.6 kg
0,8%	



Som van kg = 70 kg = referentiewaarde van een man

→ 98% van totaal lichaamsgewicht

O + C + H + N + Ca + P = 98% van totaal gewicht. Nog 2% andere atomen aanwezig in lichaam.

Tabel van Mendelejev: 30 van de +100 in het lichaam, 26 vd 30 zijn < 2%, dus in kleine hoeveelheid

Mineralen: Na, K, Cl, Ca, P, Mg, S

Oligo-elementen (Fe, Zn, Cu, I, Se, Mn, Mo, Cr, Co, F)

Oligo = micro mineralen = nog kleinere hoeveelheden dan de mineralen zelf

I = Jodium = belangrijk voor schildklierhormonen

Visie biochemicus (moleculair niveau)

Al het water uit persoon halen → hoeveel kg blijft er over? 70% van 70 kg = +/- 20 kg

Eiwitten: 10 - 15 % zitten vooral in de spieren
= Essentiële componenten van de cellen

Mineralen: 3 – 5% → zitten in de botten

- In hoofdzaak botmineralen calcium – fosfor
- Wekeweefselmineralen (Na, K, Cl,..)

Koolhydraten: 350 - 500 gram → heel weinig aanwezig, moeten we constant aanvullen
Glucose – opgeslagen als glycogeen in de lever
Synthese van glucose uit Amino-zuren en glycerol (stukje van vetten) = gluconeogenese

Water = 60-70% van totale lichaamsgewicht

→ varieert met leeftijd (baby's hebben meeste water in het lichaam: kan tot 80-90%)

1. 80 - 90 jarigen = eerder 60% → ze hebben meer vetten
2. Mannen hebben meer water dan vrouwen omdat ze meer spieren hebben, vrouwen hebben meer vetten

- Intra-extracellulair (55%-45%)
- Je kan tot 10% water verliezen zonder gevaar op te lopen

Vetten:

Vrouwen: 15-35%

Man: 10 - 25% → topsporter = 10%

11% van totaal vet is essentieel

- fosfolipiden (in celmembraan)
- sfingolipiden (rondom de zenuwen)
- sterolen (in celmembraan en cholesterol)

89% van totaal vet is niet essentieel → als energiereserve en bescherming onder de vorm van triglyceriden

Lichaamssamenstelling afhankelijk van:

- Geslacht: man meer proteïnen en water, vrouw meer vet
- Ras: meer harde mineralen aanwezig bij donker gekleurde huis
- Leeftijd: minder water bij ouderen
- Lichamelijke activiteit: beweging beïnvloedt vetten
- Klimaat: hoe kouder, hoe meer subcutaan vet = onderhuids vet
- Gewichtsextremen: corpulentie heeft meer vet dan anderen

- Vetten
- Water
- Eiwitten
- Koolhydraten
- Mineralen



$BW = FM + FFM$ $BW = FM + \text{water} + \text{rest}$ $BW = \text{vetmassa} + \text{water} + \text{mineraal} + \text{rest}$	$BW = \text{body weight}$ $FM = \text{fat mass}$ $FFM = \text{Fat free mass}$
$BW = \text{vet} + \text{BCM} + \text{ECF} + \text{ECS}$	$ICF = \text{Intracellular fluid}$ $ICS = \text{Intracellular solid}$ $BCM = \text{bodycell mass}$

Visie celbioloog: verzameling van cellen, extracellulair vocht en structuren

Cellmassa = metabool actieve deel in intracellulaire ruimte

- Body cell mass (BCM) = ICF + ICS
- Intracellulair vet

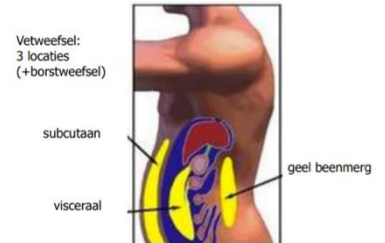
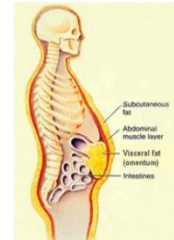
Extracellulair vocht (ECF) = water – elektrolyten – eiwitten

- Extracellulair vaste stof (ECS) = collageen, reticuline, elastinevezels – botmineralen

BW = vet + BCM + ECF + ECS

Visie van de fysioloog: verzameling van weefsels

3. Vetweefsel
4. Spieren
5. Viscerale organen
6. Hersenen
7. Skelet



Visceraal vet = vet rond de organen → niet goed, gerelateerd met ziekte

Vetweefsel (adipose tissue)

Spieren

Viscerale organen

Hersenen

Skelet

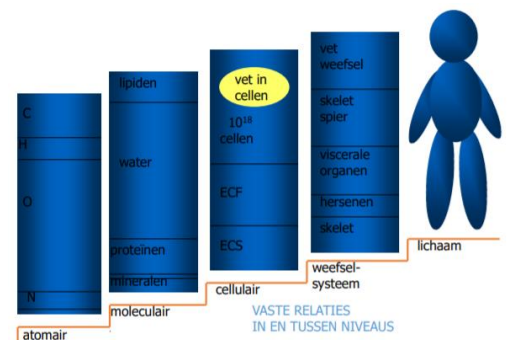
- ➔ Meer zuurstof in lichaam dan koolstofatomen
- ➔ Man meer spieren dan vrouwen, vrouw meer vet dan mannen

BW = AT + spier + bot + viscera + bloed + rest

LBM = spier + bot + viscera + bloed + rest

Visie van de mens

8. Atomair niveau
 9. Moleculair niveau
 10. Cellulair niveau
 11. Weefsel niveau
 12. Volledig lichaam
- ➔ inter-relatieve = verbanden tussen niveaus



5 niveaus met eigen componenten

Stikstof en proteïnen → 16% stikstof in proteïne

- ➔ Gehalte stikstof bepalen in urine en stikstof, je kan omrekenen naar proteïne

Skelet en mineralen → botmeting

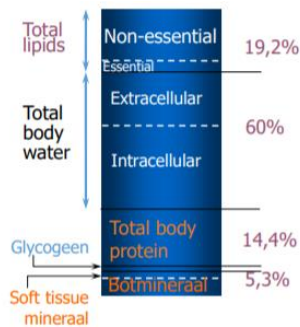
Gebruik van lichaamsmodellen

- Stabiele lichaamssamenstelling: kwantitatieve relaties tss componenten van \neq niveaus
- Componenten groeperen tot compartimenten \rightarrow schatten onbekende component / compartiment
- Rol compartimenten: energiereserve & energieverbruik
- Som van compartimenten = BW = lichaamsgewicht

Hoeveelheid calcium bepalen \rightarrow kan je zien hoe het zit met de botten (atomair en weefsel niv)

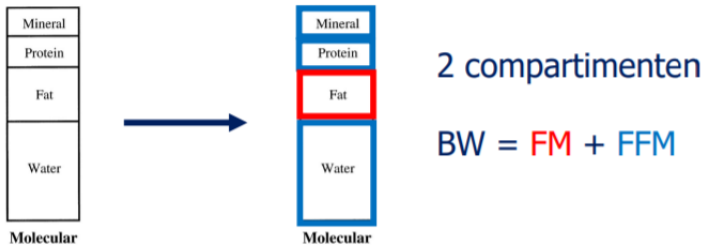
Hoeveelheid Kalium bepalen \rightarrow bepaalt body cell mass (atomair en cellulair niv)

Huidplooiemeting \rightarrow bepaalt hoeveelheid vet (moleculair en volledig lichaam)



Tweecompartimentenmodel = groeperen van componenten van een niveau tot 2 compartimenten met totaal \neq eigenschappen

1. **Moleculair niveau:** 4 componenten
water – proteïnen – vet – mineralen



2. **Weefselniveau:** $BW = AT + LBM$

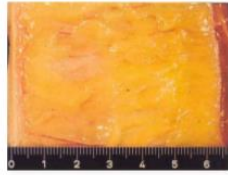


Moleculair niveau



- **Fat mass (FM)**
- **Fat-free mass (FFM)**
 - water 73 %
 - eiwitten 20
 - mineralen 7

weefsel niveau



- **Adipose tissue (AT)**
- **Lean body mass (LBM)**
 - skeletspieren
 - viscerale organen
 - hersenen
 - skelet

Vetmassa is niet hetzelfde als vetweefsel

AT is altijd groter dan vetmassa: bloedvaten, vezels, zenuwen...

LBM is kleiner dan FFM: FM+FFM = BM

AT + LBM = BM (als AT > FM) dus LBM < FFM

FM en AT kan je niet optellen → = ander niveau

$$BW = FM + FFM$$

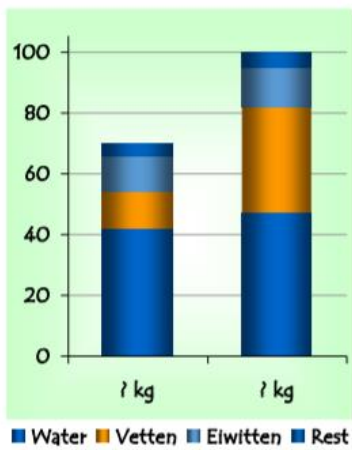
$$BW = AT + LBM$$

FM ≠ AT
FFM ≠ LBM

Oefening 1: Hoger lichaamsgewicht: meer vet of spieren?

- Hangt er vanaf: personen van zelfde gewicht kunnen anders uitzien door spieren of vet
- Spieren zijn zwaarder dan vet en nemen minder plaats in.

Oefening 2: Druk de componenten uit als % BW en % FFM en interpreteer



BW	70	% BW	%FFM
FM	12		
H ₂ O	42		
Eiwit	12		
Rest	4		
FFM	58		
BW	100	% BW	%FFM
FM	35	35	
H ₂ O	47	47	72
Eiwit	13	13	21
Rest	5	5	7
FFM	65	65	

Persoon van 70 kg

persoon van 100 kg

Multicompartmentmodel

= Nauwkeuriger

- Invloed op fysiologische en pathologische processen
- Complexe onderzoeksmethoden, combinaties en meettechnieken

Driecompartmentmodel

- Moleculair niveau: BW = FM + water + rest
- Weefselniveau : BW = vet + botmineraal + mager week weefsel

Viercompartmentmodel

- Moleculair niveau: BW = FM + water + mineraal + rest (proteïne)
- Weefselniveau: BW = vet + ECF + ECF + BCM

Zescompartmentmodel

- Weefselniveau: BW = AT + spier + bot + viscera + bloed + rest

Les 3 - 4 Bepaling van de lichaamssamenstelling

3 verschillende methoden

- Directe methoden
 - IVNAA
 - Karkas analyse (chemische analyse)
- Indirecte methoden
 - Densitometrie
 - Dilutietechnieken
 - Beeldvorming
- Dubbel indirecte methoden
 - Antropometrie
 - BIA
 - Creatinine excretie

1. Directe methoden

1. IVNAA = in vivo neutron activation analysis
2. Karkas analyse (chemische analyse)

= Bepalen rechtstreeks het volume van 1 of meer compartimenten

1.1 IVNAA = In vivo neutron activation analysis

= Bepaling van specifieke chemische elementen in het lichaam (Ca, P, N, O, Na, Cl, H, C)

- Bombardement met neutronen met gekend energieniveau → neutron-kerninteractie met productie γ -stralen
- Snelle \leftrightarrow thermale neutronen
- Hoge energie \leftrightarrow lage energie
- Kleine foutmarge

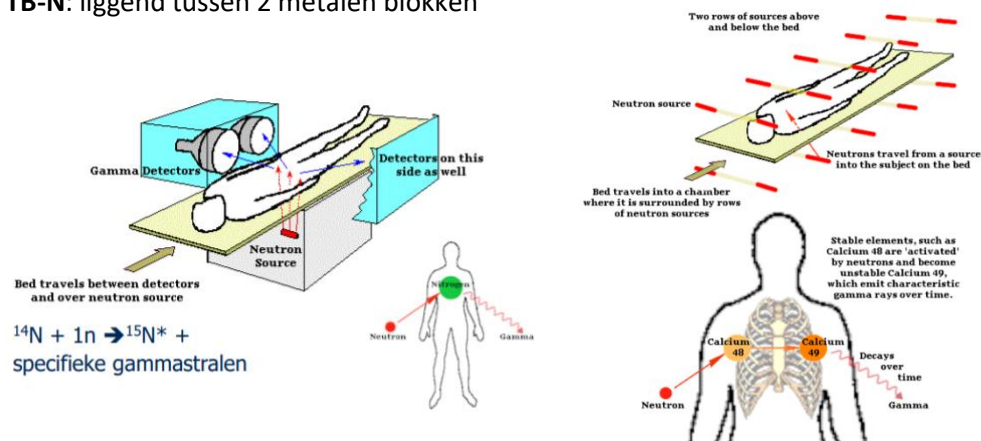
Snelle neutronen: botsing neutron (met hoge energie) tegen atoomkern (C of O) → overdracht Ekin naar kern → nucleaire de-excitatie → vrijzetting γ -straling



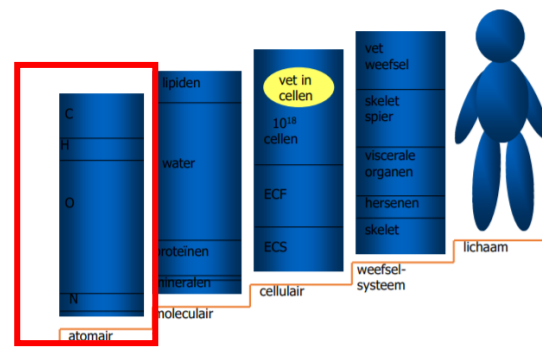
Thermale neutronen (met lage energie):

- Opname in atoomkern → ontstaan onstabiele (radioactieve) isotopen
- Terugval naar stabiele toestand → uitzenden 1 of meer γ -stralen
- Spectrum γ -stralen opgemeten en gebruikt voor berekening gehalte aan specifiek element
- Onderscheid ahv duur γ -straling
 - Onmiddellijke (prompt) γ -neutronactivatieanalyse (N-H)
 - Vertraagde (delayed) γ -neutronactivatieanalyse (Ca-Na-Cl-P)

Bepaling TB-N: liggend tussen 2 metalen blokken



→ atomair niveau



De IVNAA

= basis voor:

1. Bepalen van total body nitrogen (TB-N) → total body protein
 - Lichaamsproteïnen bestaan uit 16% stikstof (=6.25)
 - totaal N * 6.25 = totaal aantal proteïnen
2. Bepalen van total body calcium (TB-C) → total body bone mineral
 - Ca voor 99% in botten

Via CI → ECF

Via koolstof → Total body C → FM

Voordelen IVNAA	Nadelen IVNAA
In vivo Fundamentele studies Validatie bestaande technieken in speciale populaties	Zeldzame expertise Hoge prijs Bestraling

1.2 Karkasanalyse

- chemische analyse
- weging van weefsels
- FFM: water 72.6% - proteïnen 20.5% - mineralen 6.9%
- basis voor indirecte en dubbel indirecte methoden
- gedateerd! (oud)

Leeftijd	Water g/kg	Eiwit g/kg	Rest g/kg
25	728	195	77
35	775	165	60
42	733	192	75
46	674	234	92
48	730	206	64
60	704	238	58
Gemiddeld	72,6%	20,5%	6,9%
Foutmarge	13%	13%	4%

2. Indirecte methoden

- Directe methoden
 - IVNAA
 - Karkas analyse (chemische analyse)
- Indirecte methoden
 - Densitometrie
 - Dilutietechnieken
 - Beeldvorming
- Dubbel indirecte methoden
 - Antropometrie
 - BIA
 - Creatinine excretie

klassieke methoden

geneeskundige methoden

→ Volume van vetvrije massa of vetmassa afleiden uit de bepaling van één van de specifieke kenmerken van een compartiment.

Gebaseerd op 2-compartimentenmodel (FM + FFM) en fysicochemische verschillen hiervan:

- Densiteit op 37°C
- Watergehalte
- Kaliumgehalte

→ moleculair niveau

Tweecompartimentenmodel

- Moleculair niveau: 4 componenten → $BW = FM + FFM$
- Weefselniveau: 4 componenten → $BW = AT + LBM$

Lichaamsvet en gezondheid:

Body Fat Rating	Men*	Women*
Risky (high body fat)	>30%	>40%
Excess Fat	21-30%	31-40%
Moderately Lean	13-20%	23-30%
Lean	9-12%	19-22%
Ultra Lean	5-8%	15-18%
Risky (low body fat)	<5%	<15%



Fysicochemische eigenschappen:

	FM	FFM	methode
densiteit	0,9 kg/l	1,1 kg/l	densitometrie
H ₂ O	0	72-74 %	tracerdilutie
K	geen	66 mmol/kg man 60 mmol/kg vrouw	⁴⁰ K-telling

Kalium is verschillend bij mannen en vrouwen: kennen

2.1 Densitometrie

→ Lichaamsdensiteit als maat voor lichaamssamenstelling

$$Db = \text{lichaamsgewicht} / \text{lichaamsvolume} = BW / BV$$

Densitometrie (Db= BW/BV)

Bepaling gewicht → wegen

Bepaling volume

- In water via onderwaterweging of lichaamsvolumemeter
- In lucht via BODPOD

▪ **Onderwaterweging:**

Uitwendig volume = gewicht in lucht - Gewicht in water / Dichtheid H₂O → 1 kg/l (of 1000 kg/m³)

- $V = BW_{\text{lucht}} - BW_{\text{water}}$
 - BW_{water} meestal positief
 - Als %BF > ca. 35% → BW_{water} negatief
- volume verplaatst water > gewicht

Let op: correctie luchtvolume darmgassen (100ml) en longvolume (1-2 L)

▪ **Air displacement plethysmografie: BODPOD**

→ Op basis van luchtverplaatsing (wet van Boyle)

= Een cabine die de luchtverplaatsing meet die ontstaat nadat iemand in het apparaat gaat zitten

→ Lichaamsvolume = verschil in volume van de afgesloten kamer met het volume dat de testpersoon inneemt

Bepaling %BF op basis van Db

→ formule van Siri

$$\%BF = (4,95/Db - 4,50) \times 100$$

$$FM = 4,95 \times BV - 4,50 \times BW$$

$$FFM = BW - FM$$

- Formule van Brozek en Rathburn en Pace
- Belang van nauwkeurigheid!!

Densitometrie

Voordelen	Nadelen
Risicoloos Matige prijs Informatief: FM en FFM	Volledige onderdompeling Claustrofobie Densiteit FM & FFM stabiel Correctie lichaamsgassen

→ Standaard ivm andere methoden (huidplooiemeting)

2.2 Indirecte methode: dilutietechnieken

- Directe methoden
 - IVNAA
 - Karkas analyse (chemische analyse)
- Indirecte methoden
 - Densitometrie
 - Dilutietechnieken
 - Beeldvorming
- Dubbel indirecte methoden
 - Antropometrie
 - BIA
 - Creatinine excretie

	FM	FFM	methode
densiteit	0,9 kg/m ³	1,1 kg/m ³	densitometrie
H ₂ O	0	72-74 %	tracerdilutie
K	geen	66 mmol/kg man 60 mmol/kg vrouw	⁴⁰ K-telling

Water zit niet in FM, wel in FFM → voor 73 %

Dilutietechnieken

Volume van een compartiment meten: gekende hoeveelheid (=dosis) van een stof toedienen → verspreidt zich over het hele lichaam

Na een bepaalde tijd: dilutie of graad van de verdunning meten (je meet de concentratie van die stof in het bloed)

Verdunningsformule: zoek V₂

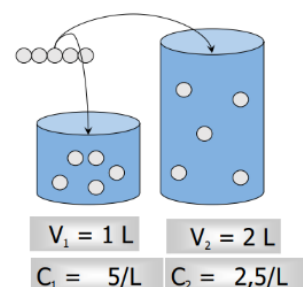
→ $C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2 \implies \text{CONSTANT}$ geheel

→ $V_2 = (C_1 \times V_1) / C_2$

Volume van compartiment = toegediende dosis / concentratie

Toegediende dosis is $C_1 \times V_1$ in mg

C_1 (mg/l) en V_1 (l) → l vervalt en mg blijft over



Bepaling totaal lichaamswater

Bepaling longvolume

Bepaling vetvolume

→ Toegediende stoffen: radioactieve/zware isotopen

Compartiment	stof
> totale lichaamswater TBW	D ₂ O, T ₂ O of H ₂ ¹⁸ O
> het extracellulaire water ECW	²⁴ Na ⁺ of inuline
> het plasma	I ¹³¹ -gemarkt albumine
> de rode bloedcelmassa	⁵⁵ Fe
> het longvolume	gassen zoals helium
> de vetmassa	vetoplosbare gassen zoals krypton

ECW (water) → ECF = extra cellular fluid

Inuline → niet verteerd in de darm

Bepaling totale lichaamswater (TBW)

→ Hoeveelheid water in FFM ≈ 73%

→ $\text{FFM} = \text{TBW} / 0,73$

• Bepaling totale lichaamswater (TBW) – voorbeeld

- Man 75 kg krijgt 15g deuterium oxide
- 3u wachten voor gelijke verdeling over TBW
- Bloedstaal voor bepaling deuteriumconcentratie = 370 mg/l

Toegediende dosis ($[C_1] \times V_1$) = 15000 mg

$[C_2] = 370 \text{ mg/l}$

V_2 of het volume van TBW ?

→ $([C_1] \times V_1) / [C_2] = 15000 / 370 = 40,5 \text{ l} = V_2 = \text{volume van TBW}$

→ $\text{FFM} = 40,5 / 0,73 = 55,48$

→ $\text{FM} = 75 - 55,48 = 19,52 \text{ kg}$

Bepaling totale lichaamswater

Voordelen	Nadelen
Niet invasief (drinken, niet prikken) Volume lichaamsvloeistoffen (urine of bloedstaal) Verschillende tracers	Radioactiviteit Duur (zware isotopen) Vaste factor 0,73 <> wijziging hydratatiegraad – extreem hoog of laag gewicht

Bepaling extracellulaire water (ECW)

= Stof die niet door celmembraan dringt: inuline

meting TBW en ECW → ICW = TBW – ECW

Bepaling van het longvolume

→ met behulp van helium inbrengen in de longen: longinhoud meten

Helium concentratie meten na ademen

Bepaling van de vetmassa

door inerte gassen als krypton die vetoplosbaar zijn

Bepaling hoeveelheid opgenomen krypton

Oefening:

- Vier uur na inname van 2 mg zwaar water (H₂O¹⁸) wordt een concentratie van 0,04984 mg/l in het serum gemeten. Bereken FFM.

Formule:

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

$$V2 = (C1 \times V1) / C2$$

$$C2 = 0.04984 \text{ mg/l}$$

$$C1 \times V1 = 2 \text{ mg}$$

$$C1 \times V1 / C2 = 40.15$$

$$\text{FFM} = 40.15 / 0.73 = 55 \text{ kg}$$

FM	FFM	methode
densiteit	0,9 kg/m ³ 1,1 kg/m ³	densitometrie
H ₂ O	0 72-74 %	tracerdilutie
K	geen 66 mmol/kg man 60 mmol/kg vrouw	⁴⁰ K-telling

Bepaling totale lichaamskalium = 40K meting

K isotopen die natuurlijk in het lichaam voorkomen:

- 39K = 93,1 % → normaal isotoop
- 41K = 6,9% → zwaar isotoop
- 40K = 0,012% → TB-K = $40K \times 100/0,012$ + gammastralen → radioactief isotoop

Meting: op een bed met vanboven en onder machines die straling meten → afgesloten ruimte

- FFM = TBK / 60 (of 66) mmol/kg
- FM = BW – FFM
- K vooral intracellulair (150 mmol/L)
→ BCM = $1,25 \times ICW = 0,0083 \text{ kg/mmol} \times TBK \text{ (mmol)}$ (niet vanbuiten kennen)

K telling

Voordelen	Nadelen
Geen gevaar radioactief K = natuurlijk aanwezig	Enkel voor research Zeer duur Beperkte aanwezigheid apparatuur Kleine ruimte Vaste K concentratie → foutmarge bij kaliumverlies - zwaarlijvigheid

Oefening:

Het resultaat van een 40K-telling bij de man is 0,4356 mmol. Bereken de FFM en de lichaamscelmasse.

Gevraagd: FFM en BCM

Gegeven= 40K = 0.4356 mmol

Formule:

$$FFM = TBK / 60 \text{ (of 66) mmol/kg}$$

$$FM = BW - FFM$$

$$BCM = 0,0083 \text{ kg/mmol} \times TBK \text{ (mmol)}$$

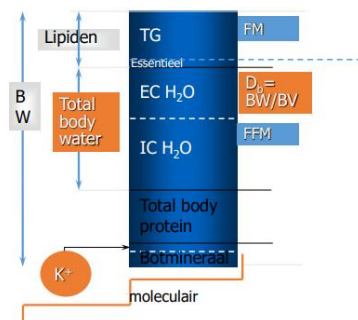
Oplossing:

$$TBK = 0.4356 \times (100/0.012) = 3630 \text{ mmol}$$

$$FFM = 3630 \text{ mmol} / 66 \text{ mmol/kg} = 55 \text{ kg}$$

$$BCM = 0.0083 \text{ kg/mmol} \times 3630 \text{ mmol} = 30.13 \text{ kg}$$

2 compartimenten op moleculair niveau



• BW = FM + FFM

- *Energiereserve*
- *Energiegebruik*

• Afwijking door

- *Geslacht*
- *Ras*
- *Leeftijd*
- *Fysieke activiteit*
- *Klimaat*
- *Gewichtsextreem*

→ vetmassa stijgt naarmate de leeftijd bij mannen en vrouwen → bij mannen meer dan bij vrouwen bij het ouder worden

Vetmassa neemt het meest toe als er gewicht bijkomt

Als je bijkomt → 75% is vet, 25% is FFM

+1.27 kg bijkomen = 1 kg vet bij

2.3 Indirecte methode: beeldvorming

- Directe methoden
 - IVNAA
 - Karkas analyse (chemische analyse)
- Indirecte methoden
 - Densitometrie
 - Dilutietechnieken
 - Beeldvorming
- Dubbel indirecte methoden
 - Antropometrie
 - BIA
 - Creatinine excretie

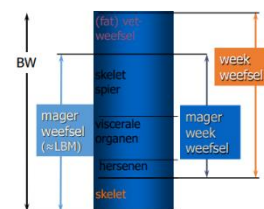
Beeldvorming (weefselniveau)

= Geneeskundige techniek voor bepaling van de voedingstoestand

- Indirect → differentiële absorptie van X- of γ-stralen met 2 verschillende energieniveaus door verschillende weefsels
- Dexa – CT – MRI - echografie

Foton of X-straalabsorptiometrie

- X stralen met ≠ energieniveau
 - Differentiële absorptie door ≠ weefsels
- Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA)
 - Meting botmineraalgehalte (BMC - BMD) BMC: bone mineral content & BMD bone mineral density
 - Meting weke weefsels



2C-model
 BW = fat + lean tissue
 BW = bone + soft tissue

3C-model
 BW = bone + fat + lean soft tissue

Dexa: voor osteoporose: heup en benen meten
 → je krijgt ook een beeld van weke weefsels (vet)

Voordelen	Nadelen
Aanwezig in veel ziekenhuizen Goede reproduceerbaarheid Bepaalde bestraling Makkelijk uitvoerbaar	≠ tss ≠ toestellen Bepaald scanningsoppervlak

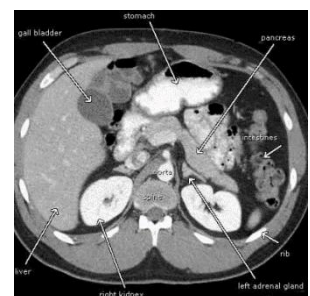
Computer Tomogram (CT) scan

= Gecomputeriseerde axiale tomografie
 → Circulaire bestraling met X stralen
 → signalen gaan door lichaam en worden opgevangen door detectoren

Vet en lucht zijn zwart

Bot (kalk) is wit
 Soms contrastvloeistof
 Organen
 Vetweefsel

Visceraal = Intra-abdominaal vet = vet tussen organen
 Subcutaan = onderhuids vet
 → ct scan geeft ook een weergave van de locatie van het vet



MRI

= Nucleaire magnetische resonantie

2-dim beelden met hogere resolutie, duur vd opname is langer

Geen stralingsbelasting

Blootstelling aan extern magnetisch veld

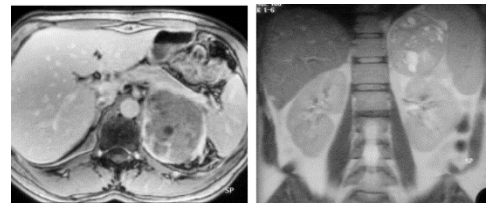
→ magnetisch eigenschappen H+

- Je ziet de structuur en onderlinge verhouding van de organen

- je ziet het subcutaan en visceraal vet

Vetweefsel is (meestal) helder - calcificatie (bot) minder beoordeelbaar

- Verschillende opnamevarianten



Ultrasonografie: echografie

= Differentiële doorgang van ultrageluid door weefsels

→ Onderzoek organen, subcutaan vet en weke weefsels

- Geen lucht en bot

Indirecte methoden: geneeskundige methoden

Lichaamssegmenten/organen >>> Totaal lichaam

• CT en MRI

- afmetingen individuele organen / weefsels

- onderlinge relatie structuren

- spierweefsel <> vetweefsel → lokalisatie centrale vetweefsel: visceraal <> subcutaan

- CT lumbale wervel : botdensiteit g/cm³

• Echografie

- geen beeld bot of luchthoudend weefsel

- beperkte beeldoppervlakte – beelddiepte

- dikte subcutaan vetweefsel (huidploidikte)

Beeldvorming

Voordelen	Nadelen
≠ componenten weefselniveau Veel info!	Complex – specialist Kostprijs Tijdsduur Straling (CT) Onaangenaam voor patiënt

3. Dubbel indirecte methoden

- Directe methoden
 - IVNAA
 - Karkas analyse (chemische analyse)
- Indirecte methoden
 - Densitometrie
 - Dilutietechnieken
 - Beeldvorming
- Dubbel indirecte methoden
 - Antropometrie
 - BIA
 - Creatinine excretie

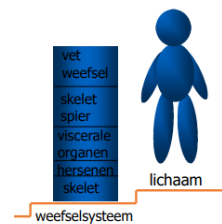
Dubbel indirecte methoden = bepalen densiteit of watergehalte op een onrechtstreekse manier
 → volume vetmassa/vetvrije massa afleiden

Voordelen	Nadelen
Klinisch bruikbare methoden Snel Goedkoper	Minder precies Gebruik predictieformules → direct/indirecte methoden

3.1 Antropometrie

= "het meten van mensen"

- Beoordeling groei → lichaamsniveau
- Beoordeling lichaamssamenstelling → weefselniveau (AT-LBM)



Voordelen	Belangrijk:
Opvolging ivf tijd Makkelijk uitvoerbaar Eenvoudig materiaal Screening ondervoeding	Ervaring uitvoeder → precisie vereist

Groei (afmetingen)

- *Metingen*
 - » gewicht
 - » lengte - gestalte
 - » hoofdomtrek
- *Indices*
- *Vergelijking*
- *Interpretatie*

Evaluatie voedingstoestand bij kind
 Evaluatie voedingstoestand van de volwassene

- **Lichaamssamenstelling**
 - *Metingen*
 - » omtrek lidmaat (MUAC)
 - » huidplooiën
 - » middelomtrek
 - *Indices*
 - *Interpretatie*
- Schatten lichaamsvetmassa
- Beoordelen lichaamsvetverdeling

Lengte = liggend gestalte = staan

3.1.1 Meting van de groei:

Lichaamsgewicht

BW = eiwitten + vetten + water + botmineraal

Dag tot dag variatie <0.5 kg

Bij ziekte → negatieve energie- en stikstofbalans => gewichtsval

Starvation (-30%) ↔ semi-starvation (-40-50%)

acute starvation: - 30% gewichtsverlies

Semi-starvation = chronisch op LT: -40 -50% van gewicht verliezen vooraleer je sterft

Bij een positieve energiebalans in lichaamsgewicht:

=> opstapeling vetweefsel

=> hoger gewicht

1,27 kg bijkomen = 1 kg vetmassa bij, 75% van het gewicht is vet, 25% is vetvrij

Lichaamsgewicht volwassenen

→ Interpretatie gewichtsverandering: huidig tov normaal

Percentage van normaal gewicht (BW nu / BW normaal) x 100%

Percentage gewichtsverlies (BW normaal – Bw nu / BW normaal) x 100%

Snelheid van verandering (kg/dag) (BW nu – BW oud / datumNU - datumOUD)

Datum nu/oud = in dagen

Lichaamsgewicht kinderen

Gewicht reflecteert

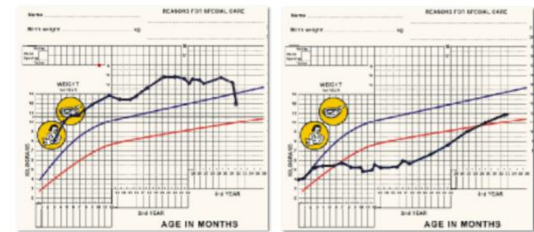
↑ spier en vet

↑ lengte t.g.v. skeletgroei

“growth faltering” (= afbuigen groeicurve)

- elke afwijking verwachte gewichtsstijging

sensitieve, specifieke, eenvoudige methode voor evaluatie voedingstoestand



Links: Kind had overgewicht, werd op dieet gezet en ineens veel gewicht verloren

Rechts: begint aan de hoge kant, daarna sterke daling en schommeling → wss door ziekte, nu in herstel

Lengte – gestalte

Achterstand ontstaat traag, niet meteen zichtbaar

Lengte (liggend gemeten) – gestalte (staande gemeten)

Lengte/gestalte => ten opzichte van referentiewaarden

Afhankelijk van: leeftijd, geslacht, afkomst, genetica

Hoofdomtrek

→ hersenontwikkeling tot 2j

= indicator van voedingstoestand

Intra-uteriene groeivertraging (in de baarmoeder al problemen, voedingstoestand moeder)

Chronische ondervoeding in eerste levensmaanden

→ Aantal hersencellen ↓

→ Abnormaal lage hoofdomtrek

3.1.2 Indices van de groei → lichaamsniveau

• Groei (afmetingen)

- Metingen
 - gewicht
 - lengte - gestalte
 - hoofdomtrek
- Indices
- Vergelijking
- Interpretatie

- Evaluatie voedingstoestand bij kind
- Evaluatie voedingstoestand van de volwassene

• Lichaamssamenstelling

- Metingen
 - omtrek lidmaat (MUAC)
 - huidplooiën
 - middelomtrek
- Indices
- Interpretatie

- Schatten lichaamsvetmassa
- Beoordelen lichaamsvetverdeling

- Gewicht voor leeftijd (weight for age WFA)
- Gewicht voor gestalte of lengte (weight for height WFH/ weight for length WFL)
- Gestalte of lengte voor leeftijd (height for age HFA/ length for age LFA)

Tot 18 jaar

- Queteletindex (QI) = BMI (bodymassindex) → geeft verhouding tussen gewicht en lengte
 $QI = \text{kg} / \text{m}^2$

Vergelijking met lokale of internationale referentiewaarden => leeftijd en geslachtspecifiek
 Referentiepopulatie =

- Normaal gevoed
- Gezond
- Genetisch groeipotentieel

Referentiewaarden uitgedrukt als:

- % mediaan
- Percentiel => Xde percentiel = waarde waaronder X% vd referentiepopulatie valt → Westerse wereld
- Standaarddeviatiescore => Z score = $(\text{meting} - \text{mediaan}) / \text{SD}$ = hoeveel SD de meting boven of onder de mediaan vd referentiepopulatie ligt → Ontwikkelingslanden

Interpretatie voedingstoestand bij kinderen

- Ondervoeding → WFA
 - Lage waarde → ondergewicht
 - Geen onderscheid klein gestalte <-> acuut verlies weefselmassa
- Wasting of magerheid → WFH / WFL
 - Verlies aan spierweefsel en vetreserve
 - Relatief leeftijdsafhankelijk
 - Vlot omkeerbaar
 - Mortaliteit op korte termijn
- Stunting of groeivertraging → HFA / LFA
 - Groeiachterstand
 - Onomkeerbaar
 - Langdurig voedseltekort
 - Mortaliteit op lange termijn

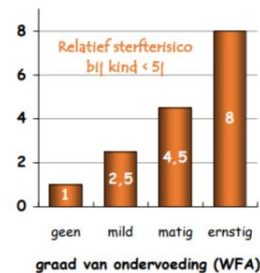
- ondervoeding: Geen onderscheid in gestalte → kleine personen kunnen dus lage waarden hebben

- wasting: gewicht is te laag, snel oplosbaar

- stunting: te klein door LT ondervoeding, niet omkeerbaar door extra voeding

Index	HFA	WFH	WFA
Maat voor	'Stunting'	'Wasting'	"Ondergewicht"
Deficit	Lineaire groei	Weefselmassa	Wasting en/of stunting Geen onderscheid
Cut-offs (matige ondervoeding)			
Z-score	< -2	< -2	< -2
%'tel	< 3 ^e	< 3 ^e	< 5 ^e
Malnutritie	Chronisch Vroeger of nu	Acuut Recent of nu	• Nutritionele toestand populatie • ⇔ 'groei'opvolging
Voorspelling mortaliteit	Lange termijn	Korte termijn	Lange termijn

Graad malnutritie	Z-score
Mild	< -1
Matig	< -2
Ernstig	< -3



Oefening 1:

Meisje van 38 maanden weegt 9,1 kg en is 83 cm groot. Bereken de Z-scores van de verschillende indices en beoordeel de graad van malnutritie, gegeven de volgende WHO-referentiewaarden voor de populatie: lengte op 38 m: 95,3 cm (SD 3,8 cm); gewicht voor 83 cm: 11,4 kg (SD 1,0 kg).

WFA: matig ondervoed

HFA: ernstige stunting

WFH: matige wasting

Oefening 2:

Zoek zelf de referentiewaarden in de tabellen voor een jongen van 18 maanden met hetzelfde gewicht en gestalte en evalueer zijn voedingstoestand (= bereken en interpreteer de verschillende maatgetallen die de voedingstoestand beoordelen).

WFA: licht ondervoed

HFA: normale groei

WFH: matige wasting

Overgewicht bij kinderen

- BMI tov leeftijd en geslacht
- BMI hoger dan de percentiellijn die op 18 jarige leeftijd de BMIwaarden van 25 kruist VUB groeicurven
- Obesitas: BMI > percentiellijn op 18 jarige leeftijd die de BMIwaarde van 30 kruist

→ met BMI rekenen, enkel als mensen ouder dan 18 zijn

Oefening:

Beoordeel de voedingstoestand van een meisje van 10 jaar van 140 cm en 47 kg volgens de Vlaamse referentiecuren en de Amerikaanse CDC referentiewaarden. Bereken ook de Z-scores van de maatgetallen die gebruikt worden om stunting en wasting weer te geven.

Oplossing:

Voedingstoestand volgens Vlaamse referentiecuren

BMI = 24 >> p97 >> obesitas

Gewicht tussen p90 en p97

Lengte op p50

Voedingstoestand volgens CDC

Gewicht tussen p90 en p97

Lengte tussen p50 en p75

Gewichtsveranderingen bij volwassenen

- Korte termijn => vochtbalans die wijzigt
- Lange termijn => nettowijziging weefsel (?)
- Maat voor ondervoeding (screening!) → van de laatste 3 maanden

Is dit:

< 5% = licht

5-10% = matig

> 10% = ernstig

als dit in de laatste 6 maanden: 10-15% = ernstig

Maat voor overvoeding → BMI > 25

Obesitas = Overmatige opstapeling van vet (vetweefsel) in het lichaam, gecorreleerd met gezondheidsrisico

Obesitas ≠ exces gewicht

Obesitas = exces lichaamsvet = ziekte

gevolgen obesitas:

• Medische aspecten

- *hart- en vaatziekten*
- *beroerte*
- *hoge bloeddruk*
- *type 2-diabetes*
- *slaapapneu*
- *zure reflux, galstenen*
- *artrose*
- *jicht*
- *cyclusstoornissen*
- *urine-incontinentie*

• Persoonlijke aspecten

- *sociale isolatie*
- *lagere werkvooruitzichten*
- *laag zelfvertrouwen*
- *sociale druk tot aanpassing aan norm*
- *zweeten*
- *kortademigheid*
- *snurken*
- *lagere levenskwaliteit*

Voedingstoestand bij volwassenen BMI (body mass index)

Voordelen	Nadelen
Leeftijdonafhankelijk Goede correlatie gezondheidindices Goede correlatie BF% (nauwkeurigheid 3-5%)	Geen onderscheid tussen vetzucht – oedeem (=vochttopstapeling) - spierontwikkeling

BMI	< 16	16-16,9	17-18,4	>18,5
CED klasse	III	II	I	normaal

• Chronische energiemalnutritie

- *chronic energy deficiency (CED)*

• Weerslag

- ↓ *geleverd werk, productiviteit, inkomen*
- ↓ *in staat tot reactie op stresstoestanden*

	BMI	Obesitas klasse	Risico op CV aandoeningen
Ondergewicht	< 18,5		Laag (*)
Normaal	18,5- 24,9		Gemiddeld
Overgewicht	25 - 29,5		Verhoogd
Obesitas	30 - 34,9	I	Hoog
	35 - 39,9	II	Zeer hoog
Morbide obesitas	≥ 40	III	Extreem hoog

Height (m)	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1.50	18	20	22	24	26	29	31	33	35	38	40	42
1.55	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	38	40
1.60	16	18	20	21	23	25	27	29	31	33	35	37
1.65	15	17	18	20	22	24	26	28	29	31	33	34
1.70	14	16	17	19	21	22	24	26	28	29	31	33
1.75	13	15	16	18	19	21	23	25	26	28	29	31
1.80	12	14	15	17	18	20	22	23	25	26	28	29
1.85	11	13	14	16	17	19	20	22	23	25	26	28
1.90	11	12	13	15	16	18	19	20	22	23	25	26

* risico op andere problemen

- Leeftijdsonafhankelijk, voor ♂ en ♀
- Overeenstemmend BF% ≠ ♂ en ♀ en tussen populaties
- Referenties enkel (niet-zwangere) volwassenen (20-65 jaar)

Cv = cardio vasculair

3.1.3 antropometrie: lichaamssamenstelling

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Groei (afmetingen) <ul style="list-style-type: none"> - <i>Metingen</i> <ul style="list-style-type: none"> » gewicht » lengte - gestalte » hoofdomtrek - <i>Indices</i> - <i>Vergelijking</i> - <i>Interpretatie</i> • Evaluatie voedingstoestand bij kind • Evaluatie voedingstoestand van de volwassene | <ul style="list-style-type: none"> • Lichaamssamenstelling <ul style="list-style-type: none"> - <i>Metingen</i> <ul style="list-style-type: none"> » omtrek lidmaat (MUAC) » huidplooien » middelomtrek - <i>Indices</i> - <i>Interpretatie</i> • Schatten lichaamsvetmassa • Beoordelen lichaamsvetverdeling |
|---|---|

→ indirect meten van vetmassa en mager weefsel om voedingstoestand te evalueren

- AT = adipose tissue

Lichaamsvet = variabele component

Vet = stapelvorm van energie → gevoelig aan acute malnutritie

Veranderingen in lichaamsvet (>0.5 kg) geven een indirecte schatting van verandering in

Energiebalans

- Lean body mass (skeletspieren, viscerale organen, hersenen, skelet)

Opgebouwd uit eiwitten

Beoordeling spiermassa ~ index van eiwitreserve van het lichaam

Spierwasting: afname reserves tijdens chronische ondervoeding

Antropometrie: Metingen

- **Muac** = Midbovenarmomtrek = meting spieren en vetweefsel

eenvoudige meting

weinig variatie in leeftijd (30-50 bijvoorbeeld)

lage MUAC = wasting → screening in noodtoestand = voorspeller acute mortaliteit

onderschat bij ouderen, overschat bij jongeren

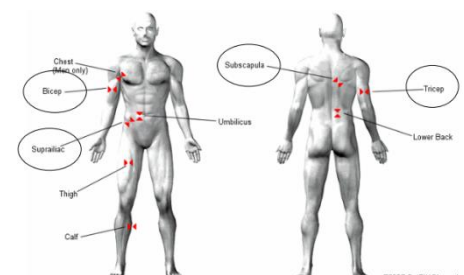
Observer variability (tot 0.5 cm = 3-5%)

Huidplooiemetingen

= samengedrukte laag vet en huid

1/3 van het vetweefsel SC (subscapula)

1 tot 12 plaatsen



≠ leeftijd, ras, geslacht, ziekte-toestand
 Interobserver variabiliteit vrij groot

Gebruikt voor:

- Nutritionele beoordeling (cfr referentietabellen)
- Combinatie met MUAC => mid-arm-spier-omtrek
- Schatting lichaamsvet
- Opvolging van atleten

MAMC = mid-boven-arm-spier-omtrek
 = maat van nutritionele eiwitstatus of de spiermassa

$$C_m = C_a - \pi S$$

M = Mid-boven-arm-spier-oppervlak

- botvrije spieroppervlakte
- beter dan MAMC
- niet voor bejaarden en obesen

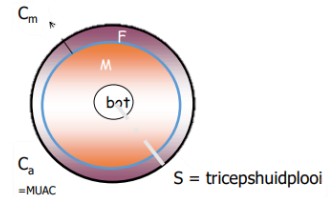
$$M = (C_m^2 / 4\pi) - 10 \text{ (man)}$$

$$M = (C_m^2 / 4\pi) - 6,5 \text{ (vrouw)}$$

F = Mid-boven-arm-vet-oppervlak

- schatting totale vetmassa
- leeftijdsafhankelijk tss 1-7 jaar
- maat voor energiereserve

$$F = (S \times C_a / 2) - (\pi S^2 / 4)$$



Middelomtrek: middelomtrek en heupomtrek

Antropometrie: Indices van lichaamssamenstelling

- uit huidplooidikten en omtrekken → indices voor AT en LBM
- vergelijken met referentietabellen (% - Zscore)

- Som van de huidplooiën = beoordeling van totaal lichaamsvet, verdeling onderhuidsvet!
- Waist-hip ratio (WHR) = verouderde index, verdeling onderhuidsvet en intra-abdominaal vetweefsel

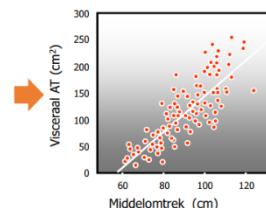
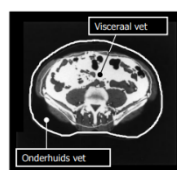
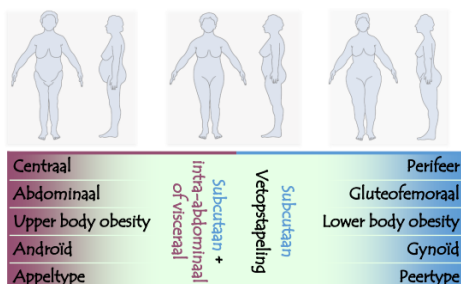
Antropometrie: beoordeling lichaamsvet

- meting huidplooi
- berekening lichaamsdensiteit
- berekening BF% uit Db
- berekenen FM en FFM na weging

Meting huidplooi → onderschatting bij obesen, overschatting bij oedeem, vereist ervaring, interobserver variabiliteit

Antropometrie: beoordeling vetverdeling

- via middelomtrek (perifeer vs centraal)



Relatie middelomtrek en viscerale vetopstapeling: hoe hoger de middelomtrek, hoe meer visceraal vet

Centraal abdominaal vet = ongezond

Hoe meer % abdominaal vet → hoe lager insulinegevoeligheid

Risico van toenemende vetopstapeling obv middelomtrek

'Ideale' referenties = nieuwe cut-off (blanken) in definitie 'metabool syndroom'

niet meer zinvol bij BMI > 35

cm	Ideaal	Matig risico	Sterk ↑ risico
Man	< 94	94-102	≥ 102
Vrouw	< 80	80-88	≥ 88

Risico van toenemende vetopstapeling obv BMI met correctie voor middelomtrek

BMI	Risico op CV aandoeningen* indien	Middelomtrek
	BMI	♂ ≥ 102 ♀ ≥ 88
Ondergewicht	< 18,5	
Normaal	18,5-24,9	Verhoogd**
Overgewicht	25 - 29,9	Verhoogd
Obesitas	30 - 34,9	I Hoog
	35 - 39,9	II Zeer hoog
Morbide obesitas	≥ 40	III Extreem hoog

Oefening:

Bereken BMI van een man van 189 cm en 80 kg. Vanaf hoeveel kg = obesitas? Wat is zijn metabool risico indien hij een buikomtrek heeft van 95 cm?

Oplossing:

BMI = 22,4

Obesitas vanaf BMI 30 >> 107 kg

Metabool risico >> matig

Antropometrie

Voordelen	Nadelen
Eenvoudig, veilig, niet-invasief, bedside, toepasbaar op grote aantallen	Risico verkeerde interpretatie nutritionele status
Uitrusting goedkoop, draagbaar, duurzaam, lokaal te maken/kopen	meetfouten (willekeurig of systematisch)
Geen grote opleiding nodig	• onderzoeker, meettoestel, moeilijke meting
Indien gestandaardiseerd: precies + accuraat	wijziging samenstelling /eigenschap weefsel
Info over voeding in verleden (uniek!)	• bv. hydratatie of samendrukbaarheid huidplooi
Identificeert milde, matige en ernstige ondervoeding	• geen correctie
	gebruikte formules
	• ontwikkeld voor magere, gezonde personen en gebruikt voor
	• zieken met verhoogd TBW of
	• wijziging in lichaamsvetverdeling

Veranderingen in tijd; tussen generaties (seculaire trend)	observer-bias
Ontwikkeling screeningmethoden (risicopersonen)	goede training nodig (moeilijker dan het lijkt!)

Aanbeveling:

Leeftijd (jaar)	Praktische veldobservatie	Meer gedetailleerde beoordeling
0-1	gewicht, lengte	Hoofdomtrek, armomtrek Triceps- en SS-huidplooien
1-5	gewicht, lengte, gestalte, armomtrek	Triceps- en SS-huidplooien
5-20	gewicht, gestalte, armomtrek	Triceps- en SS-huidplooi Middeldarm: omtrek + plooi
> 20	gewicht, gestalte	Armomtrek, kuitomtrek T, SS- en kuitplooien Middelomtrek (heupomtrek) (enkel overvoeding)

3.2 Dubbel indirecte methode: BIA

= Bio-elektrische-impedantieanalyse

Principe:

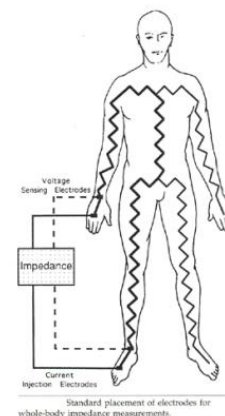
- Vet en bot → elektrische isolatoren
- Elektrolyten in FFM → elektrische geleiders
- Bepaling elektrische geleiding in lichaam
→ Maat voor LBM
→ Schatting FM en FFM
- Elektrische weerstand van het lichaam bij gebruik wisselstroom → impedantie
~ 1/diameter
~ 1/FFM
~ Gestalte²

Uitvoering:

- Elektroden op handen + voeten (liggend)
- Wisselstroom (5-200 kHz) gedurende enkele sec
- Geleiding door water en elektrolyten LBM
- Singlefrequentietoestellen
- Multifrequentietoestellen (totaal en ECW apart bepalen)

Vereisten:

- Lichaam in rust
- Nuchter, lege blaas, ledematen gespreid
- Geen metalen voorwerpen
- Gestandaardiseerde contactpunten
- Gekende lengte, gewicht, leeftijd en geslacht



Resultaten:

- Schatting TBW
 - > berekening FFM
 - > berekening FM
- Enkel geldig bij normale hydratatie
- Op basis van predictieformules

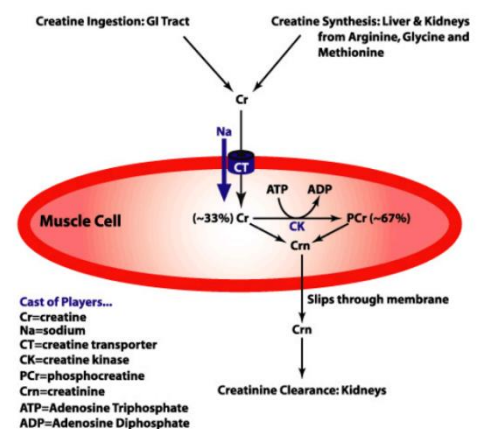
Voordelen	Nadelen
Snel, Veilig Accuraat Niet-invasief	Geldig voor beperkte populatie Onnauwkeurige goedkope toestellen

3.3 Dubbel indirecte methode: creatinine excretie

Urinaire metabolieten → Indirecte maat voor spiermassa

Principe:

- Creatine voor 98% in spieren
- Omzetting creatine(fosfaat) => creatinine
- Uitscheiding creatinine via nieren
- Uitscheiding evenredig met creatinegehalte in spieren
- 1 mg creatinine = 17-18 g spiermassa (vrouw)
- 1 mg creatinine = 23 g spiermassa (man)



Voordelen	Nadelen
Courante laboanalyse Eenvoudig	24u collectie met risico op onder en overcollectie Intra-individuele variabiliteit (tot 10%) Invloed voeding, koorts, ziekte,... Minder nauwkeurig dan densitometrie en 40K bepaling

Methode	kostprijs				gebruiksvriendelijkheid			accuraatheid			Verdeling	
	\$	\$\$	\$\$\$	\$\$\$\$	gemak	matig	moelijk	Laag	Matig	Hoog	Ja	Neen
lengte/gewicht	X				x				X			X
huidplooidikte	X					x			X		X	
omtrekken	X				x				X		x	
BIA		x				X			X			X
echografie			x				X			X	X	
CT*			X				X			X	X	
MRI			X				X			X	X	
DEXA of DPA			X			X				X	X	
onderwaterweging		X				X			X			X
Bod pod			X			X			X			X
tritium*		X				X			X			X
deuterium / O ¹⁸			X			X			X			X
kaliuiscanning			X			X			X			X
neutronactivatie*			X			X				x		X

Les 7-12 Energiemetabolisme

- Inleiding basisbegrippen energie
- Meten van chemische energie in voeding
- Energiegehalte van voeding
- Meten van energieverbruik van de mens
- Energiegebruik van de mens
- Energiebalans

Basisbegrippen energie

Nood aan energie om:

- transport over celmembranen
- synthese macromoleculen
- hart- en ademhalingspiercontracties
- bewegen

Verschillende vormen van energie: licht – chemische – elektrische – mechanische
→ omzetting in thermische energie

Mens kan zelf geen energie produceren/verdwijnen, wel omzetten in een andere vorm = chemische energie = ATP

Gebruikt voor spierarbeid, onderhoud activiteit organen, behoud lichaamstemperatuur, bevorderen groei door synthese nieuwe weefsels

1^e wet van thermodynamica:

energie kan noch vernietigd/gemaakt worden → energiebalans

Energie-inname – energieverbruik = energievoorraad

Gemiddelde volwassenen: 1 miljoen calorieën per jaar verbruiken

$$E_I - E_V = \Delta E$$

$\Delta E = 0$ homeostase – stabiel BW

$\Delta E > 0$ stijging BW

$\Delta E < 0$ daling BW

2^e wet van thermodynamica:

processen waarbij voedsel in lichaam gebruikt wordt, gaan gepaard met warmteverlies of entropie

→ gevolg van de inefficiëntie waarmee het intermediaire metabolisme chemische energie omzet in ATP

Energie-eenheden

Fysica → Joule J

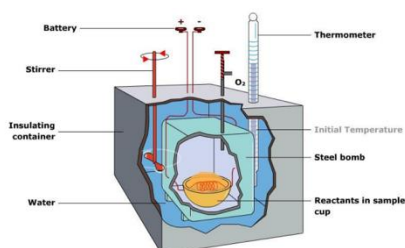
Voedingsleer → calorie

1 kcal = 4,186 kJ
1 kJ = 0,239 kcal

1 calorie = hoeveel energie je nodig hebt om de temperatuur van 1g water te verhogen met 1°C

Metten van chemische energie in voeding

Bomcalorimeter → meet hoeveelheid warmte die vrijkomt bij de verbranding van voedsel



Energiegehalte van voeding

Brutoverbrandingsenergie = energiegehalte voedingsstof gemeten met bomcalorimeter

- Koolhydraten => 4,15 kcal/g
 - Proteïnen => 5,65 kcal/g
 - Vetten => 9,4 kcal/g
 - Alcohol => 7,1 kcal/g
- } Hogere waarde als verhouding C + H tot O in voedingsstof hoger is

Verteerbaarheid verschilt naargelang de bron

$$V = (I - E) / I * 100$$

I = inname

E = excretie

I-E = uit de darm opgenomen

Verteerbare energiewaarde:

Koolhydraten →	97%
Vetten →	95 %
Proteïnen →	93 %
Alcohol →	100%

Metaboliseerbare energiewaarde: (atwaterfactoren) = hoeveelheid energie voor lichaam beschikbaar

Koolhydraten →	4 kcal / g
Vetten →	9 kcal / g
Proteïnen →	4 kcal / g
Alcohol →	7 kcal / g
Vezel →	2 kcal / g

Onvolledige oxidatie van proteïnen in het lichaam

N uitscheiden als ureum in urine

ureum bevat nog chemische energie: 1.25 kcal

1 calorie = 4,186 J

Nutriënt	Bruto verbrandingswaarde	Verteerbaarheid	Metabool onbeschikbaar	Metaboliseerbare energie (=atwaterfactor)	
	kcal/g			%	kcal/g
Vetten	9,40	95	-	9	37,5
Koolhydraat	4,15	97	spoor	4	16
Eiwitten	5,65	93	1,25	4	17
Alcohol	7,10	100	spoor	7	29
Organische zuren				3	13
Suikeralcoholen				2,4	10

Aanbeveling Hoge Gezondheidsraad:

- Koolhydraten: 50-55 energie % (toegevoegde suikers: maximaal 10 energie%)
- Vetten: minstens 20 energie %, maar niet meer dan 30- 35 energie % met <10 energie % VV
- Proteïnen: 15 energie% (van voldoende goede kwaliteit)
- < 4 energie % alcohol

Oefening 1:

Bereken de dagelijkse energie-inname bij een voeding die bestaat uit:

75 g eiwitten

233 g koolhydraten

82 g vetten, uitgedrukt in kcal (en kJoule).

Geef ook de percentuele verdeling van deze macronutriënten in de totale energie-inname en interpreteer.

$$= (75 \times 4) + (233 \times 4) + (82 \times 9) = 300 + 932 + 738 = 1970 \text{ kcal/dag (8242kJ)}$$

15,2 % eiwitten > iets te veel

47,3 % KH > iets te weinig

37,5 % vetten > iets te veel

Nuttige energie:

= ATP (ADP) opgeslagen in cellen en beschikbaar voor verschillende functies van het lichaam

- Minder dan de metaboliseerbare energie want meeste vd fysiologische energiewaarde gaat verloren als warmte (tot 75%)
- Inname, vertering, absorptie, verwerking,...van voedingsstoffen vraagt ook energie ~ verloren energie → voedingsgeïnduceerde thermogenese
- 40% vd energie uit vetten en KH → ATP
- 33% vd energie uit proteïnen → ATP

Energieverbruik meten van mens

▪ Vroeger via anamnese (energie-inname) → onderschatting energiebehoefte door onderrapportering

▪ Klassieke meetmethoden:

1. Directe calorimetrie (warmteverlies)
2. Indirecte calorimetrie (O₂ gebruik bij warmteproductie)

Directe calorimetrie = meting warmteafgifte over bepaalde tijd (temp) in thermisch geïsoleerde kamer

→ geproduceerde hoeveelheid warmte-energie = energieverbruik in lichaam tijdens meetperiode
= energieverlies in warmte

Voordelen	Nadelen
Nauwkeurig	Correctie voor andere bronnen
Reproduceerbaar	Duur
Snelle respons	Complex
Rechtstreekse meting	Kunstmatige omgeving
Gecontroleerde studies	Geen info substraatbron van de energie
	Zeldzaam

Indirecte calorimetrie = directe meting van O₂ verbruik / CO₂ productie tijdens een bepaalde activiteit

- hartfrequentie monitoring
- stappenteller/accelerometer
- (→ sensewear)
- observatie/zelfrapportering
- dubbelgemerktwatermethode



= maat van energieproductie

Vrijgekomen energie bij oxidatie wordt volledig omgezet in warmte

Warmteproductie bepalen door meting O₂ verbruik (+ meting CO₂ productie en N excretie)

vb: verbranding glucose (in vivo = in vitro)



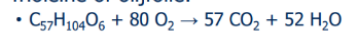
- 1 mol O₂ ~ 22,4L O₂ → voor 6 mol: 134,4L O₂
- MW glucose = 180 g/mol → per gram geoxideerde glucose 0,75L O₂ wordt verbruikt (=134,4/180=0,75) + 3,75 kcal (=676/180) warmte energie wordt geproduceerd
- Per L O₂ → 3,75/0,75 = 5,03 kcal warmte-energie productie
- CO₂-productie = O₂-verbruik → CO₂/O₂ = 1

→ Calorisch equivalent = hoeveelheid energie die vrijkomt indien bij de oxidatie van een voedingsstof 1L O₂ verbruikt werd

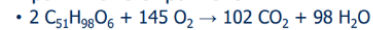
→ Respiratoire quotiënt (RQ) = geproduceerd CO₂ / verbruikt O₂

Oefening: RQ van de oxidatie berekenen

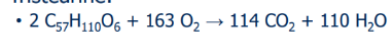
Trioleïne of olijfolie:



Tripalmitine of palmolie:



Tristearine:



$$RQ \text{ olijfolie} = 57/80 = 0,7125$$

$$RQ \text{ palmolie} = 102/145 = 0,7034$$

$$RQ \text{ Tristearine} = 114/163 = 0,6994$$

Voedingsstof verbrand	O ₂ -verbruik L/g	CO ₂ -productie L/g	R.Q.	Energie kcal/g	Calorisch equivalent kcal/L O ₂
Koolhydraten					
Glucose	0,75	0,75	1,000	3,75	5,030
Zetmeel	0,83	0,83	1,000	4,18	5,047
Vetten*	2,02	1,43	0,707	9,46	4,686
Eiwitten**	0,97	0,78	0,801	4,32	4,463
Alcohol	1,46	0,98	0,670	7,10	4,859
Bemiddelde gemengde voeding			0,82		4,85

O₂ verbruik = 414.6 L op 24u

Energieverbruik = 414.6 L * 4.85 kcal/L = 2010 kcal

Nauwkeurige bepaling KH - vetten – proteïnen

- bepaling O₂ verbruik
- bepaling CO₂ productie
- bepaling urinair N excretie

▪ fractie verbruikt voor koolhydraten = (npRQ - 0,707) / 0,293 (1)

▪ fractie verbruikt voor vetten = (1 - npRQ) / 0,293 (2)

▪ kcal/L O₂ = 4,686 + 0,361 x (npRQ - 0,707) / 0,293 (3)

▪ kcal/L O₂ = 5,047 - 0,361 x (1 - npRQ) / 0,293 (4)

→ Brouwer of Weir vergelijkingen

Energieverbruik meten - Technieken:

- Rechtstreekse bepaling O₂ verbruik en CO₂ productie
 - Respiratiekamer
 - Respirometers
 - Douglas bag
 - Ventilated hood
 - Nieuwe technieken

Niet calorische technieken: fysiologische metingen

- Hartslagmeter: hartfrequentie
- Stappenteller / Accelerometers
 - = voor ambulante activiteiten
 - Richtlijn: 10.000 stappen /dag → EE op basis van aantal stappen

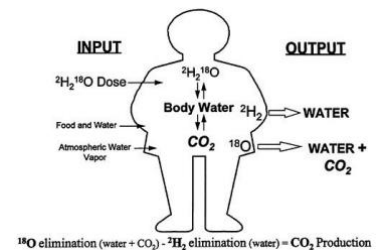
Voordelen	Nadelen
Goedkoop gemakkelijk	Niet erg nauwkeurig beperkte activiteiten

- Observatie/zelfrapportering:
 - vb: apps → +: kwantitatief en kwalitatief -: tijdrovend, ervaring observator
- IDEEA: intelligent device for energy expenditure and activity

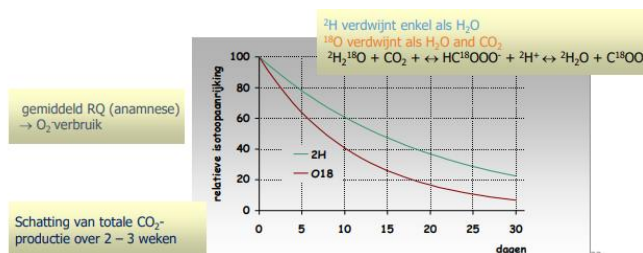
Niet calorische technieken: istoopdilutie

- Dubbelgemerkt water ²H₂ ¹⁸O

Voordelen	Nadelen
Niet-invasief minimale medewerking	Langere periode (10-20 d) Kostprijs ¹⁸ O en massaspectrometers Geen onderscheid ≠ componenten



Totaal energiegebruik → referentiemethode



Dus: RQ = CO₂ productie (L) / O₂ verbruik (L)
Energieverbruik = O₂ verbruik (L) * 4.85 (kcal/L)

Indeling energieverbruik van de mens

Totaal energieverbruik = TEE = Total Energy expenditure

- basaal of rustmetabolisme (BMR of RMR) → 60 – 70 %
- lichamelijke activiteit → 15 – 30 %
- voeding geïnduceerde thermogenese → 10 %

1. Basaal of rustmetabolisme

Basaal metabolisme BMR	Rustmetabolisme RMR
<ul style="list-style-type: none"> - energieverbruik bij volledige rust - in stand houden metabole homeostase en lichaamsfuncties - directe en indirecte calorimetrie - meting BMR onder strikte voorwaarden (nuchter, mentale en fysieke rust, thermoneutrale omgeving, puur natuur) - vetrekpunt totale energieverbruik en behoefte 	<ul style="list-style-type: none"> - meting BMR onder minder strikte voorwaarden

- schatting BMR door wiskundige formules
- berekeningen obv parameters (leeftijd, geslacht, lengte/gestalte, gewicht)
- voedingsaanbevelingen van belgie 2016 HGR:
 - formules Henry: obv gewicht en leeftijd
 - formules James en Shofield: overschatting basaal metabolisme

Mifflin: op basis van gewicht, gestalte (cm) en leeftijd

man : $RMR = 9,99 W + 6,25 H - 5A + 5$

vrouw : $RMR = 9,99 W + 6,25 H - 5A - 161$

Factoren die BMR beïnvloeden:

- Lichaamsgewicht (BW ↑ >BMR ↑ maar BMR/kg ↓)
- Lengte
- Geslacht (BMR man > BMR vrouw)
- Leeftijd (BMR jong > BMR oud)
- Lichaamssamenstelling → samenstelling LBM
- Genetische factoren
- Klimaat
- Roken
- Medicatie
- Ondervoeding (-20-50%)
- Zwangerschap (+ 20%)
- Hormonen (schildklier-bijnierhormonen, menstruele cyclus)
- Lichaamstemperatuur/ziekte (+13%)

	Leeftijd in jaren	BMR (kcal/dag)
Jongens/ Mannen	0 - 2	60 G - 31
	3 - 9	23 G + 504
	10 - 17	18 G + 657
	18 - 29	15,3 G + 679
	30 - 59	11,6 G + 879
	60 - 74	11,9 G + 700
	≥ 75	8,4 G + 820
Meisjes / Vrouwen	0 - 2	58 G - 31
	3 - 9	20 G + 485
	10 - 17	13 G + 693
	18 - 29	14,7 G + 496
	30 - 59	8,7 G + 829
	60 - 74	9,2 G + 688
	≥ 75	9,8 G + 824

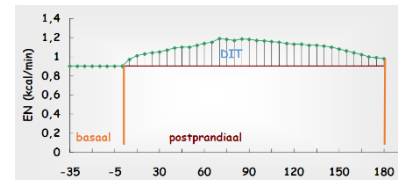
Energieverbruik bij thermogenese:

- **Diet-induced thermogenesis (DIT)** → extra energie die lichaam verbruikt na voedselinname na een maaltijd: stijging energieverbruik door:
 - verteringsprocessen (absorptie, enzymen)
 - metabole processen (lever: aanmaak Eiwit, glycogeen, vetten)

Thermische energie (afhankelijk van de hoeveelheid en type voedsel) = thermisch effect van voedsel = postprandiale thermogenese
 → +/- 10% van energie-inname

Extra warmteproductie bij overvoeding → luxus consumption

2 bestemmingen energie:



Obligate thermogenese	Facultatieve thermogenese
Energiekost vertering, absorptie, metaboleverwerking nutriënten en weefsel-synthese bij overvoeding Afhankelijk nutriënt: proteïnen > KH > lipiden Proteïnen → 25-30% energiewaarde	Sensorische aspecten van voedsel Stimulatie sympathische zenuwstelsel

- **Koudegeïnduceerde thermogenese (CIT)**

BMR – neutrale temperatuur (26°C)

energieverbruik stijgt bij hogere of lagere temp

lage temperatuur:

- stijging energieverbruik om warmteverlies te compenseren
- shivering thermogenesis: warmte genereren door spiercontracties

- **Drugsgeïnduceerde thermogenese**

BMR: puur natuur

Cafeïne, nicotine, alcohol: stimuleren thermogenese

1 kop koffie → BMR omhoog 5-10% gedurende 2u

20 sigaretten /dag → BMR 5-15%

Combinatie koffie en nicotine! Verklaring gewichtstoename na rookstop (7kg)!

- **Andere vormen thermogenese**

Isometrische thermogenese: verhoging spiertonus

Dynamische thermogenese: uitrekken spieren

Psychologische thermogenese: angst, stress, ...

MET = Metabool Equivalent van een inspanning = hoeveelheid energie die een bepaalde fysieke inspanning kost ten opzichte van het energieverbruik in rust

MET waarde

Afhankelijk van:

- intensiteit, duur, snelheid, wijze inspanning
- lichaamsgewicht
- leeftijd

PAL = Physical Activity Level

Berekening: duur activiteiten x MET waarde / 24 uur

Of totale energieverbruik / basaal metabolisme

$$\text{Physical Activity Level (PAL)} = \frac{\text{Total Energy Expenditure over 24 hours}}{\text{Basal Metabolic Rate (over 24 hours)}}$$

Voedingsaanbeveling België PAL:

PAL	Activiteiten	Voorbeelden
PAL < 1,4	Inactief	Inactief
PAL 1,4	Sedentair, weinig actief	Bureauwerk zonder sport-activiteit
PAL 1,6	Matig actief	Zittend werk met weinig verplaatsingen of zonder sportactiviteit
PAL 1,8	Actief	Rechtstaand werk met verplaatsingen
PAL 2	Erg actief	Zwaar fysiek werk of intense fysieke activiteit
PAL >2	Uitgesproken actief	

Lichte activiteit: 1.55

Matige activiteit: man:1.70 vrouw: 1.64

Zware activiteit: man: 2, vrouw: 1.82

Zwaarlijvige mensen → PAL ≤ 1,40

Sedentaire mensen → PAL = 1,55 -1,60

PAL = 1,80 → kleine kans op overgewicht

Streefdoel voor gezonde levensstijl → PAL = 1,75

Dagelijkse activiteiten	Energieverbruik (kcal/kg/uur)	Energieverbruik/uur		Energieverbruik/min	
		Man	Vrouw	Man	Vrouw
Slapen, liggen	0,95	71	62	1,2	1,0
Zitten	1,1	82	71	1,4	1,2
Staan	1,3	97	84	1,6	1,4
Lopen, wandelen (3 km/u)	2,7	202	175	3,4	2,9
Traplopen	6,5	487	422	8,1	7,0
Fietsen (5 km/u)	5,5	412	357	6,9	6,0
Autorijden	2,5	187	162	3,1	2,7
Licht huishoudelijk werk	2,4	180	156	3,0	2,6
Zwaar huishoudelijk werk	3,5	262	227	4,4	3,8
Licht werk (kantoor)	2,2	165	143	2,8	2,4
Half zwaar werk (fabriek)	3,5	262	227	4,4	3,8
Zwaar werk (bouw)	7,5	562	487	9,4	8,1
Buiten spelen (kinderen)	6,5	487	422	8,1	7,0
Binnen spelen (kinderen)	1,5	112	97	1,9	1,6
Sportieve activiteiten					
Wandelen (5 km/u)	4,5	337	292	5,6	4,9
Joggen (10 km/u)	9,0	675	585	11,3	9,8
Fietsen (25 km/u)	11,0	825	715	13,8	11,9
Fitnessen	4,5	337	292	5,6	4,9
Voetballen	7,5	562	487	9,4	8,1
Hockeyen	7,5	562	487	9,4	8,1
Tennissen	7,0	525	455	8,8	7,6
Volleyballen	3,2	240	208	4,0	3,5
Skiën	8,0	600	520	10,0	8,7
Schaatsen	7,5	562	487	9,4	8,1
Zwemmen	5,2	390	338	6,5	5,6
Dansen (stijl)	5,0	375	325	6,3	5,4

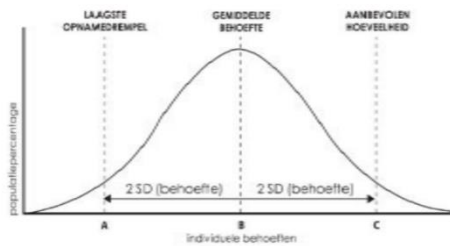
Totale energiebehoefte

Energiebehoefte (WHO) = “de energie-inname die het energieverbruik dekt als dit individu een lichaamsbouw en -samenstelling en een niveau van fysieke activiteit heeft samengaan met een goede gezondheid op lange termijn”

Hogere energiebehoefte:

- Kinderen: weefselgroei
- Zwangerschap: groei kind
- Na zwangerschap: melksecretie (lactatie)

Gemiddelde aanbeveling voor populatie gebaseerd op standaarddeviatie



➔ Gebaseerd op beoordeling voedselinname/energieverbruik

Varieert dag tot dag, moeilijke registratie ➔ behoeftebepaling baseren op energieverbruik

Energiebehoefte – aanbevelingen

1. $TEE = BMR + \sum (E\text{-kost activiteit} \times \text{tijd}) + 10\% (DIT)$
2. $TEE = \sum ([PAR \text{ of } IEI \times BMR] \times \text{tijd})$
 - berekening energiegebruik individu
3. $TEE = PAL \times BMR (+DIT)$
 - basis aanbeveling energie-inname populatie

Energieverbruik = TEE
= PAL x BMR

- BMR op basis van Henry
- Schatting PAL

Opgelet bij overgewicht en ondervoeding ➔ streefgewicht!

BMI < 20 dan ideaal gewicht op BMI 20

BMI > 30 dan ideaal gewicht op BMI 25

BMI > 35 dan ideaal gewicht op BMI 28

Tijdens zwangerschap ➔ bijkomende energiebehoefte voor:

- Groei foetus en placenta
- Wijzigingen lichaamssamenstelling moeder
- Behoud van de foetus

Stijging energieverbruik en BMR vanaf 24ste week ➔ 285 – 380 kcal/d op 36 weken

Grote individuele en geografische variatie

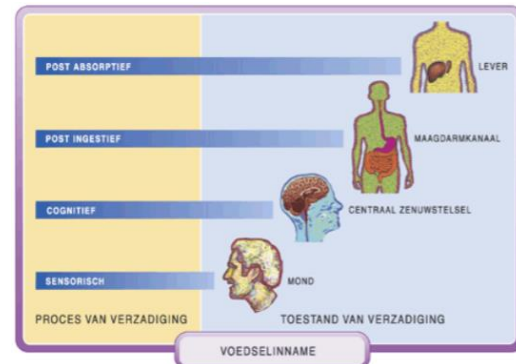
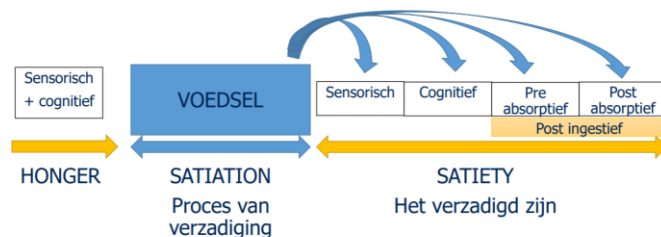
Energiebalans

Aanpassingen van energie-inname aan energieverbruik ↔ Aanpassingen van energieverbruik aan energie-inname

Aanpassingen van energie-inname aan energieverbruik

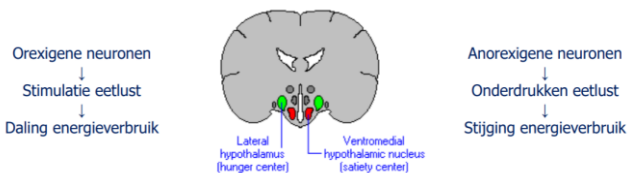
Fysiologisch proces van honger en verzadiging:

- honger: drang tot voedselinname = energieopname
- proces van verzadiging (satiation) = leidt tot stop eten
- verzadiging (satiety) = stop eten, satisfaction between meals



Mate honger en verzadiging:

→ waarneming via neuronen in de hypothalamus, sturen eetgedrag



Honger: productie ghreline = hormoon → stimuleert orexigene neuronen → secretie hoogst in nuchtere toestand

Ghreline: Geproduceerd door de maag → info naar hypothalamus

- Stimuleert eetlust
- Stimuleert gebruik van KH, verlaagt gebruik lipiden
- Verhoogt gastrische motiliteit en zuursecretie

Verzadiging: beïnvloed door ≠ signalen:

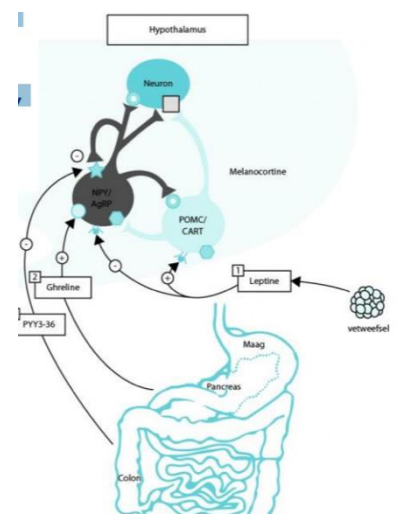
- Sensorische verzadiging (smaak-geur,...)
- Postprandiale verzadiging (maag-darmen)
- Postabsorptieve verzadiging (lever)
 - metabole verwerking van voedsel (vb: vetzuuroxidatie)
- nuchtere toestand (bloed: leptine -insuline)

Peptide YY3-36: geproduceerd in de darm in respons op voeding

→ info naar hypothalamus → onderdrukt de eetlust

Insuline: Geproduceerd door β -cellen in pancreas

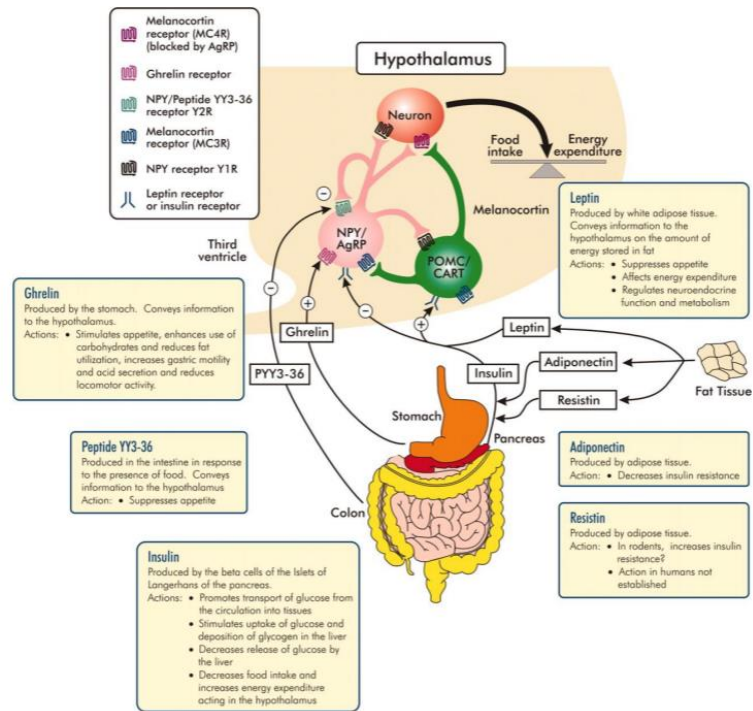
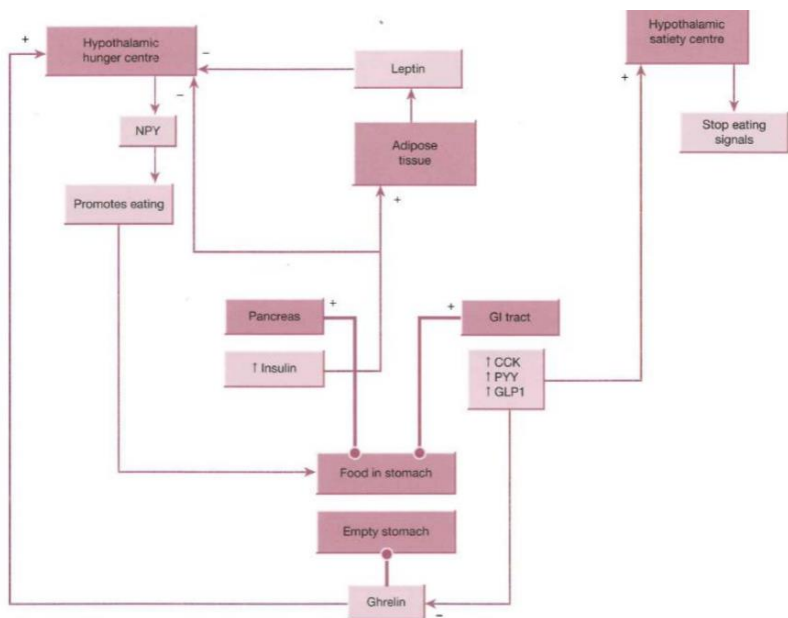
- Glucose opname door cellen omhoog



- Glucose → glycogeen in lever
- Verminderde voedselinname, verhoogd energieverbruik (actie op hypothalamus)

Leptine: Geproduceerd door vetweefsel → info naar hypothalamus op basis van hoeveelheid energie opgeslagen in vetweefsel

- Onderdrukt de eetlust
- Verhoogt energieverbruik



13. Fysiologisch proces dmv honger en verzadiging

14. Cognitieve invloeden (wat, waar, waarom)

50 <> 50

- Gelegenheid
- Tradities
- Ideologische motieven
- Religieuze en politieke motieven

Hoe aanpassen?

- Wijzigingen energie-inname
 - Méér eten: maaltijdgrootte
 - Vaker eten: maaltijdfrequentie
- Maaltijdinterval: langer bij vetrijke maaltijd, maar hogere energie-inname!

Verzadiging wordt beïnvloed door:

15. Macro's: eiwitten > KH > vet (thermogeen effect)

	Eiwitten	Koolhydraten	Vetten
Energie (kcal/g)	4	4	9
Thermogeen effect	hoog 25-30 %	matig 6-8 %	laag 2-4 %
Oxidatieve hiërarchie	Hoog	Matig	Laag
Verzadigend	Hoog	Matig	Laag

Energie-inname stijgt als % lipiden hoger

- hogere energiedichtheid (ongemerkt te veel)
- volume eten (niet energiehoeveelheid)
- smakelijker

16. Energiedichtheid = # kcal/gram (500 kcal voor 450 gram voedsel = 1.1 kcal/g)
lagere energiedichtheid → beter

Gemiddeld genomen bestaat ons voedsel uit:

- 50% middelmatige dichtheid (KH)
- 37% lage dichtheid (groenten – fruit - drank)
- 13% hoge dichtheid (cake, chocolade, room...)

17. Vezelgehalte → verlagen energiedichtheid = sneller verzadigd

18. Alcohol → stimuleert energie-inname = tragere verzadiging

19. Hoogte en inspanning → sneller verzadigd!

20. Extreme temperaturen

Aanpassingen van energieverbruik aan energie-inname

→ Minder belangrijk bij regeling van de energiebalans, lichaam past energieverbruik aan aan energie-inname → BW wil constant blijven

Energiekost van overeten:

Meer eten

- hogere energiekost voor vertering & absorptie
- toename energiekost voor synthese triglyceriden en glycogeen
- hogere eiwit-turn-over

→ 10% overconsumptie besteed aan DIT

Minder eten: omgekeerd

Biologische adaptatie (cfr BMR-PAL)

BW omhoog, dan BMR omhoog (toename FFM en FM)

BW omhoog, dan stijging energiekost activiteit (PAL)

Sociale gedragsadaptatie

Compensatie voor gewijzigde energie-inname door wijziging in activiteiten en tempo

Metabole adaptatie = mechanismen die efficiëntie van energiemetabolisme beïnvloeden

→ hormonaal, genetisch, productie nuttige energie

Kostprijs adaptatie:

Limit gewichtsdaling/toename

Limit lichaamsbeweging

Energie-equivalentie van gewichtsverandering

= energiehoeveelheid die ingenomen/ verminderd moet worden om 1 kg in gewicht toe te nemen/verliezen

Bij groei → nood aan positieve balans, +/- 5 kcal/gr voor vorming van nieuw weefsel

Gewichtstoename → positieve balans, reserves aanleggen (vet)

vet heeft de hoogste energetische densiteit en bindt geen water

glycogeen/proteïnen bindt 3 gram water per gram

Als iemand 110.000 kcal energiereserve heeft = 12.2 kg vet

Energiekost gewichtstoename 1 kg → 25% FFM + 75% FM + 10% DIT → ± 8000 kcal/kg

Gewichtsverlies → negatieve balans

Afbraak puur vetweefsel (15% water, 5% proteïnen en 80% triglyceriden) → ± 7800 kcal/kg

Afbraak puur spierweefsel (79% water, 17% proteïnen en 3% lipiden) → ± 1000 kcal/kg

Globaal gewichtsverlies → ± 7000 kcal/kg

Gezond vermageren:

- Max verlies van vetweefsel
- Min verlies van lichaamseiwit
- Groter gewichtsverlies eerste dagen dieet → verlies glycogeen & gebonden water

Gewichtsvariatie:

21. Wijziging vetmassa vraagt ± 8000 kcal/kg
22. Wijziging in FFM vraagt ± 1000 kcal/dag (75% H₂O)
23. Gewichtstoename/afname 8x groter ovv FFM dan FM
24. Snelle gewichtsverandering → weinig invloed FM
25. Belang zoutinname en water

Gezondheidsaspecten

1. Obesitas

Overdreven vetreserve vrouw: >30%, man: >20%) → BMI 30

Onderhuids/visceraal vet, effect gezondheid

Positieve energiebalans

Genetische factoren

Gevolgen:

Coronair hartlijden (vernaauwing slagader door vet)	Diabetes
Galstenen	Kanker
Leversteatose (vetophoping lever)	Artrose
Maagbreuk	Fertiliteit
Hemorroiden	Slaapapneu
Sociale psychologische gevolgen	

Diagnose:

BMI

Vetdistributie → middelomtrek

Behandeling:

Gebalanceerd vermageringsdieet met geleidelijk gewichtsverlies (5-10% initieel gewicht)

Moeilijk op lange termijn

Variatie gewichtsverlies (glycogeen/water; biologische adaptatie, karakter)

Beweging = belangrijk!

Slechte beheersing voedselinname in 'rijke' samenleving: exogene factoren

26. Grote keuze voedingsmiddelen –zeer smakelijk
27. Veralgemeende beschikbaarheid van voedsel
28. Tv kijken (lagere activiteit, invloed van voedselreclame)
29. Snacking
30. Eten met hoge snelheid ('fastfood')
31. Hoge energiedichtheid (bv. vetrijke voeding)
32. Eten uit huis en alleen eten (niet bewust van eetgedrag)
33. Technologische evolutie (minder activiteit)
34. Daling van het niveau van fysieke activiteit
35. Verstedelijking: meer toegang tot energiedensvoedsel, minder afstanden (wandelen) te overbruggen

Gunstige effecten van fysieke activiteit:

36. Lichaamsgewicht (-1kg = -7000 kcal) 25u wandelen = 17u fietsen → 30 min per dag = - 7 kg/jaar
37. Verlies FM, behoud FFM en BMR → meer verlies visceraal vet
38. Capaciteit voor mobilisatie/verbranding vet ↑
39. Voedselinname: geen stimulatie hongergevoel
40. Goed voor cholesterol, insulinegevoeligheid
41. Gemoedstoestand

Belang lichaamsvet:

42. Bron van oestrogenen → postmenopauzale osteoporose
43. Minimum hoeveelheid voor overleving en voortplanting (man 3% vrouw 12%)
44. Geen vetweefsel → hyperlipidemie, insulineresistentie, diabetes
45. Vetweefsel = actief orgaan belangrijk voor regeling energiebalans (leptine secretie)

2. Ondervoeding

Slechte voedingstoestand of depletie (=ondervoeding door ziekte)

46. Negatieve energiebalans
 47. Te weinig eiwit
 48. Deficiëntie in vitaminen en mineralen
- } combinatie

25-40% ziekenhuis

20-25% verpleeghuis

15-25% thuiszorg

Ondervoeding = ouderdom- en ziektegerelateerd

Gevolgen:

49. Afname hart-longcapaciteit
50. Infecties
51. Complicaties
52. Groeivertraging/ontwikkelingsstoornissen
53. Meer kans op ernstige ziekten op lange termijn

Diagnose:

- 54. Bij volwassenen: BMI
- 55. Bij kind: groeicurve

Screeningstools = NRS –MUST –MNA –SNAQ – strongkids

Oorzaken:

- 56. Persoonsgebonden (kauw-slikproblemen, hoge lfd, handicap, chronische ziekte, immobiel)
- 57. Omgeving-levensstijl (diëten, alcohol-drugs, verwaarlozing)
- 58. Ziekte (COPD, CVA, kanker, MS, HIV, braken, diarree...)
- 59. Externe factoren (geneesmiddelen, bestraling, operatie...)

Behandeling:

- 60. Individueel, afhankelijk
- 61. Opklimmend voedingsschema (refeeding)

Energieverbruik berekenen oefening:

- 1. Voedingsanamnese:

Man: 46 j, 85 kg, 1m83, PAL 1.61

Voeding per dag = 3091 kcal (kh, vet, eiwit, alcohol, vezel)

BMR= 1865 (tabel)

Energieverbruik = **TEE = BMR * PAL** → $1865 * 1.61 = 3002$

- 2. Indirecte calorimetrie:

Pal 1.54

CO₂= 440 liter

RQ=0.82

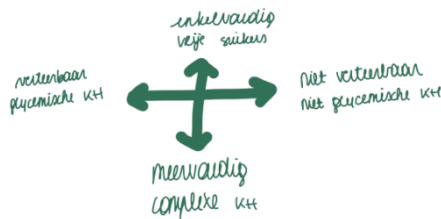
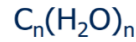
→ O₂ = CO₂/RQ = 536.59

→ **TEE = O₂ * 4.85 = 2602.44 kcal**

Les 13 – 15 Koolhydraten

- Indelingen – beschrijving – rol – bronnen
- Vertering en absorptie
- Metabool lot
- Glycemische respons
- Gezondheidsaspecten
- Low calorie sweeteners

Koolhydraat = C, H en O = hydraten van koolstof



Verteerbaar	Niet verteerbaar = fermentatie
Digestie in de dunne darm	Afgebroken in dikke darm
Afbraak tot glucose	Gunstig voor darmbacteriën

Voedingsvezel

→ geen consensus, CAC definieert voedingsvezels als:

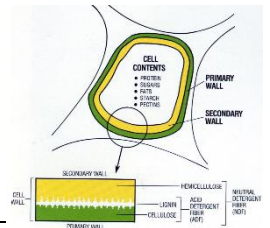
Ketens, bestaande uit drie of meer enkelvoudige suikers (ribose, glucose of fructose) worden niet verteerd en opgenomen in de menselijke dunne darm.

A) die van nature voorkomen in levensmiddelen zoals die worden geconsumeerd (brood, aardappelen, groente of fruit) of

B) die uit grondstoffen voor levensmiddelen zijn verkregen of

C) die nagemaakt zijn (synthetisch) en een gunstig effect op het lichaam hebben, en dit onderbouwd door algemeen aanvaarde wetenschappelijke gegevens

- Zeer heterogene stoffen qua chemische structuur
- Resistent aan de digestieve enzymen
- Water oplosbare vs niet-wateroplosbare voedingsvezels



Wateroplosbaar vezel	Niet wateroplosbaar vezel
Pectines, gommen, inuline	Cellulose, lignine
Fermentatie in dikke darm door commensale microbiota → beïnvloeden de darm pH, het evenwicht van de darmmicrobiota, de darmmobiliteit ...	Weinig gefermenteerd Kunnen zich hydrateren = bulking effect → regulatie van darmassage en ook toename stoelgang in massa

Vezel = niet verteerbaar KH

Heeft bestanddelen van de plantencelwand

→ cellulose, hemicellulose, pectine, lignine → deze verdwijnen bij raffineren

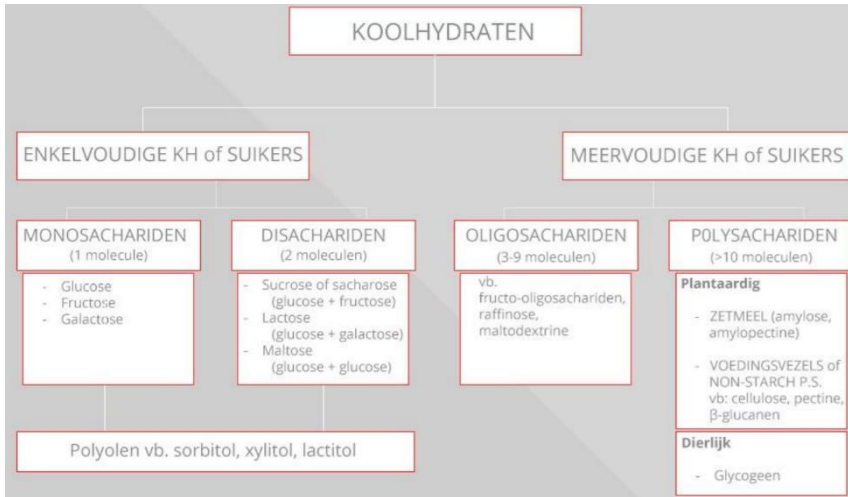
= reserveKH van planten en zaden

Fysiologische effecten van vezels bepaald door: afmetingen, viscositeit & fermenteerbaarheid

Gommen zijn secretieproducten van cellen, terwijl pectines voorkomen in plantencellen

Lignine =

- 62. Geen KH (laagje dat cellulose en hemi-cellulose bindt)
- 63. Complex 3D polymeer: 40 geoxideerde fenylpropane-eenheden (= aromatische alcoholen)
- 64. Als vasculaire planten ouder worden wordt de wand van de xyleemcellen dikker door bedekking van lignine → proces van lignificatie (=groeien plant) → krijgt houtaspect (beschermlaag)



monosachariden aanwezig in molecule afhankelijk van DP (=polymerisatiegraad)

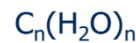
Enkelvoudige koolhydraten/suikers

Intrinsieke suiker	Extrinsieke suiker
In onverwerkte groenten en fruit Glucose, fructose, sucrose	Toegevoegd suiker (in productieproces) of vrije suiker (niet in cellulaire structuur) vb: zuivel, honing, siroop
Binnen intacte celwand Natuurlijk voorkomende suikers (gezond) Trage absorptie Vergezeld met essentiële nutriënten	In oplossing Lactose in melk sucrose in fruitsap en honing Belang voor voedingsmiddelen

Monosachariden

DP = 1

= 1 suikermolecule → classificatie volgens aantal C-atomen



- Diose (n=2)
- Triose (n=3)
- Tetrose (n=4)
- Pentose (n=5)
- Hexose (n=6)
- Heptose (n=7)

Glucose = dextrose = druivensuiker

In nuchtere toestand: ± 90 mg/dl in plasma

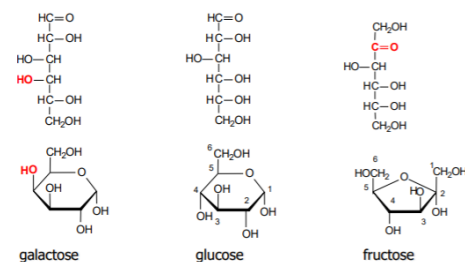
Snelle opname door darmwand → brandstof voor hersenen

Indien tekort aan glucose in lichaam → gluconeogenese (= aanmaken glucose uit andere bronnen zoals proteïnen en lipiden)

Vrij aanwezig in voedingsmiddelen (vruchten, honing, planten)

Productie uit zetmeel door hydrolyse (uit maïs → corn syrup) voor voedingswarenindustrie

Relatieve zoetheidsgraad = 0,8 → minder zoet dan sucrose (ZG = 1)



Fructose = levulose = fruitsuiker

Vrij aanwezig in voedingsmiddelen (fruitsoorten, honing, planten)

Glucose + fructose = sucrose

Productie uit zetmeel door hydrolyse en bacteriële omzetting (uit maïs => high fructose corn syrup)
of uit sucrose voor voedingswarenindustrie (invertsuiker)

Relatieve zoetheidsgraad = 1,15 - 1,7 → zoeter bij lage temperatuur

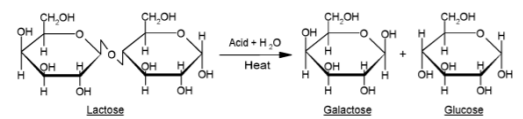
Galactose

Weinig vrij aanwezig in natuur

Komt vrij bij vertering lactose (lactose = glucose + galactose) door hydrolytische splitsing

Bestanddeel van plantaardige polysacchariden

Relatieve zoetheidsgraad = 0,6

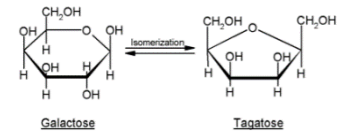


Tagatose

In natuur in kleine hoeveelheden in zuivelproducten

Productie door chemische behandeling van galactose

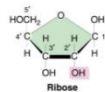
Relatieve zoetheidsgraad = 0,75 - 0,92



Andere monosachariden

▪ Ribose

- Pentose (n=5)
- In genetisch materiaal



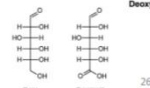
▪ Aminosuikers: NH₂ op C₂ ipv OH → glucosamine



▪ Deoxysuikers: minder O- dan C-atomen → deoxyribose



▪ Uronzuren: COOH op C₆ ipv OH → glucuronzuur



Disachariden DP = 2

= 2 suikermoleculen

Sucrose = glucose + fructose (tafelsuiker of rietsuiker)

Lactose = glucose + galactose (melksuiker)

Maltose = glucose + glucose (moutsuiker)

- Isomaltose – trehalose – cellobiose

Sucrose = sacharose = rietsuiker

Low calorie sweetener = LCS

Belangrijkste eigenschap van enkelvoudige suikers = zoetkracht → referentie sucrose

Zoetstoffen omvatten:

- Suikers en polyolen
- Kunstmatige en natuurlijke zoetmiddelen

Oorsprong:

- natuurlijk
- kunstmatig

Karakteristieken:

- zoete smaak
- geen/weinig calorieën
- in medicijnen, voeding en drank
- veilig binnen ADI

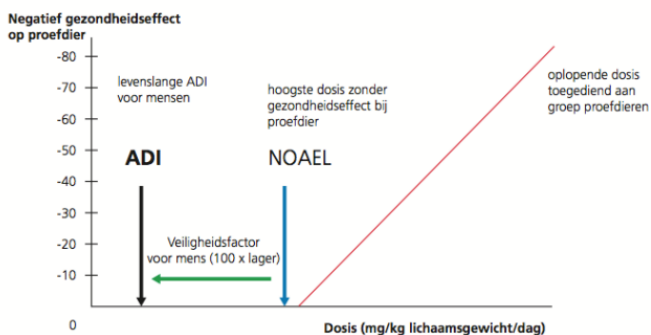
Intensieve	Extensieve
Zoetkracht: 50-100 X	Gelijk of lager dan sucrose
Energetische aanbreng is te verwaarlozen	2 - 4 kcal/g
Chemische eigenschappen verschillen	Polyolen of suikeralcoholen
Zoeten van voedingsmiddelen	Bulkstoffen
Vb aspartaam, acesulfaam	Sorbitol, maltitol,...

Voordelen:

- + Geen invloed op eetlust
- + Daling calorie-inname
- + Betere tandhygiëne
- + Geen invloed bloedsuikerspiegel

Sweetener	Samenstelling	ADI (mg/kg)	Zoete smaak	Calorieën	Metabole en fysische eigenschappen
Acesulfaam K	Organisch zuur en K	0-15	X 200	geen	onverteerbaar
Aspartaam	ASP + PHE	0-40	X 200	4 kcal/g	afbraak AZ
Cyclamaat	Cyclamaatzuur + Na of Ca	0-7	X 50	geen	onverteerbaar
Saccharine	Benzosulfimide	0-5	X 500	geen	onverteerbaar
Sucralose	Derivaat suiker	0-15	X 600	geen	onverteerbaar
Neotame	Derivaat aspartaam	0-2	X 8000	geen	absorptie en excretie
Stevia	plantenextract	0-4	X 200-300	geen	onverteerbaar

Vaststellen levenslange aanvaardbare dagelijkse inname (ADI)
(mg/kg lichaamsgewicht/dag)



NOEL = No Observed Adverse Effect Level
= hoogste dosis zonder effect op gezondheid voor dieren

ADI wordt 100 lager gezet voor de mens

Consumptie van zoetstoffen beneden ADI: (België)

- 25% ADI voor cyclamaat
- 17% ADI voor acesulfaam K
- 5% ADI voor aspartaam
- 11% ADI voor saccharin
- 7% ADI voor sucralose

Dus → als je 17% gebruikt van de ADI ben je al een grote gebruiker

Meeste mensen consumeren slechts 5% van de ADI (per dag)

Lipiden

Indeling en rol

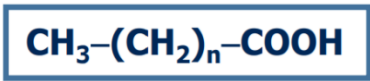
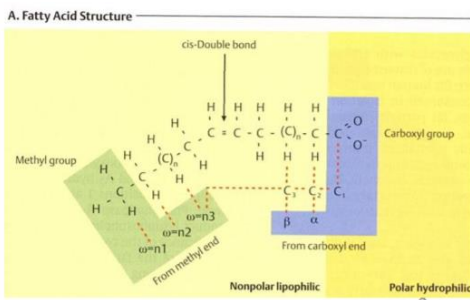
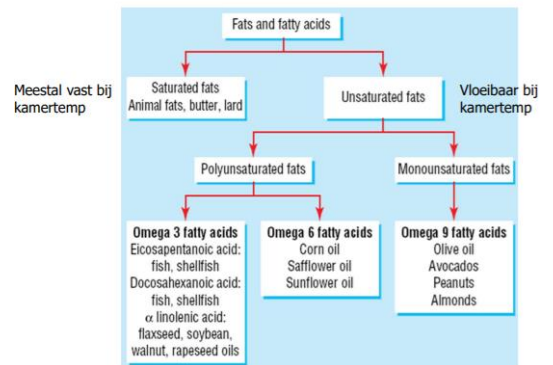
Meest voorkomende in de voeding:

- Triacylglycerolen of triglyceriden (95 %)
- Cholesterol
- Fosfolipiden
- Sfingolipiden
- Fytosterol

Vetzuren = C, H en O → vormen onvertakte koolwaterstofketens

Keten = altijd even! (4 tot 24 C-atomen)

op einde van methylgroep (hydrofoob) en carboxylgroep (hydrofiel)



Karakteristieken vetzuren:

Ketenlengte: oplosbaarheid en absorptie

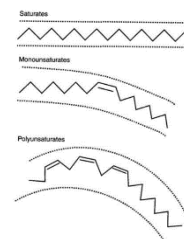
- Korte keten, SCFA (2-4)
- Middenlangeketen, MCFA (6-12)
- Lange keten, LCFA (14-18)
- Zeer lange keten, VLCFA (20-24)

Graad van verzadiging met waterstof

Verzadigde vetzuren VVZ of SFA

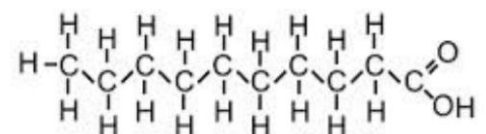
Enkelvoudig onverzadigde vetzuren MUFA → 1 dubbele binding (geen H op C, C bindt met C)

Meervoudig onverzadigde vetzuren PUFA → 2 dubbele bindingen

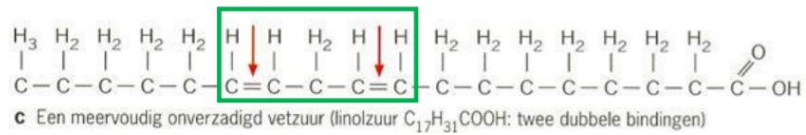


Verzadigd vetzuur = saturated fatty acid SFA

→ langwerpig, onbuigbaar, zigzag



Saturated Fatty Acid



Onverzadigde vetzuren

= mono unsaturated fatty acid MUFA

= poly unsaturated fatty acid PUFA

Bij de PUFA → dubbele binding gescheiden door CH₂ = methyleenbrug

De plaats van deze dubbele binding op de keten is belangrijk!

- gezondheidseffecten
- nutritionele eigenschappen
- verlaagt smeltpunt (boter – olie: smeltpunt heeft invloed op absorptie en voedselverwerking)

Cis- en trans-dubbele bindingen:

Cis-configuratie: meeste M/PUFAs hebben cis-configuratie

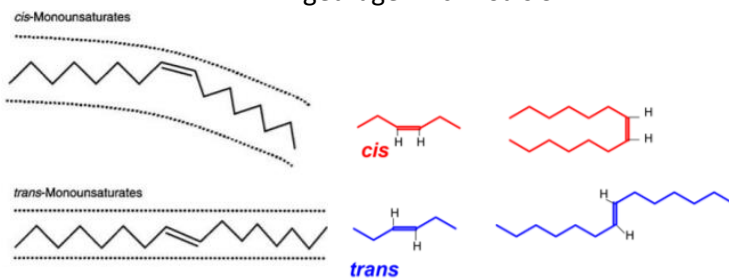
Trans-configuratie → trans-onverzadigde vetzuren → transvetzuren:

= stabiel(er)/meer resistent tegen auto-oxidatie

= hoger smeltpunt

= gedragen zich zoals SFA

vb. elaidinezuur (C₁₈:1 n-9, trans)

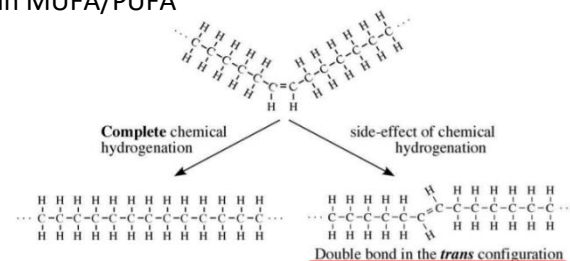


Trans-configuratie ontstaat door:

- Hydrogenatie
 - Chemisch proces: toevoegen van H aan dubbele binding van MUFA/PUFA
 - Stijging saturatiegraad => stijging smeltpunt
 - Olie > vet
- Verhitting van plantaardige oliën
- Bacteriële fermentatie in maag van herkauwers vb. vacceenzuur

→ Doen LDL cholesterol stijgen en HDL-cholesterol dalen

→ Link met CVA (beroerte)



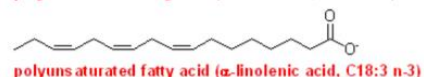
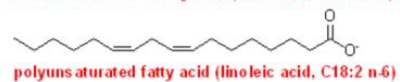
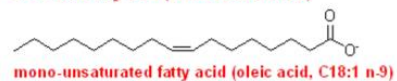
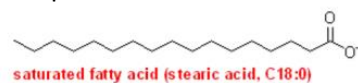
In goedkope, industriële margarine, koek, gebak, frituurolie, chips, frieten...

Natuurlijke transvetzuren (uit melk) minder schadelijk

Nomenclatuur

6	5	4	3	2	1
ε	δ	γ	β	α	
CH ₃ -	CH ₂ -	CH ₂ -	CH ₂ -	CH ₂ -	COOH
ω1	ω2	ω3	ω4	ω5	ω6
n1	n2	n3	n4	n5	n6

Aantal dubbele bindingen
+ plaats 1ste dubbele binding



Short hand	Systematische naam	Triviale naam	Bron
1) Verzadigde vetzuren			
C2:0	azijnzuur	azijn	
C4:0	butaanzuur	boterzuur	botervet
C6:0	hexaanzuur	capronzuur	
C8:0	octaanzuur	caprylzuur	palmpitolie
C10:0	decaanzuur	caprinezuur	botervet, kokosolie
C12:0	dodecaanzuur	laurinezuur	kokosolie
C14:0	tetradecaanzuur	myristinezuur	botervet, kokosolie
C16:0	hexadecaanzuur	palmitinezuur	meeste planten/dier vetten
C18:0	octadecaanzuur	stearinezuur	meeste planten/dier vetten
C20:0	eicosaanzuur	arachidezuur	pinda's
C22:0	docosaanzuur	beheenzuur	klein beetje in dierlijk vet
2) Enkelvoudig onverzadigde vetzuren			
C14:1 ω5	tetradecieenzuur	myristoleïnezuur	
C16:1 ω7	hexadecieenzuur	palmitoleïnezuur	vis en dierlijk vet
C18:1 ω9	octadecieenzuur	oliezuur	alle plant/dierlijke vetten
C18:1 ω9trans		elaidinezuur	geharde plantaardige oliën
C20:1 ω9	eicoseenzuur		raapzaad en dierlijke vetten
C22:1 ω9	docoseenzuur	erucazuur	raapzaad en dierlijk weefsel
3) Meervoudig onverzadigde vetzuren			
C20:3 ω9	eicosatrieenzuur	—	(meadzuur)
C18:2 ω6	octadecadieenzuur	linolzuur (LA)	olie: zonnebloem, mais soja, saffloer
C18:3 ω3	octadecatrieenzuur	α-linoleenzuur (LNA)	olie: soja, mosterd, noten, lijnzaad
C18:3 ω6	octadecatrieenzuur	γ-linoleenzuur (GLA)	olie: teunisbloem, zwarte bes
C20:3 ω6	eicosatrieenzuur	dihomo-γ-linoleenzuur (DGLA)	beetje in dierlijk weefsel
C20:4 ω6	eicosatetraëenzuur	arachidonzuur (AA)	beetje in dierlijk weefsel
C22:5 ω3	eicosapentaëenzuur	timnodonzuur (EPA)	vis, visolie
C22:5 ω6	docosapentaëenzuur	(DPA)	vis, visolie, dierlijk (hersenen)
C22:6 ω3	docosahexaëenzuur	—(DHA)	vis, visolie, dierlijk (hersenen)

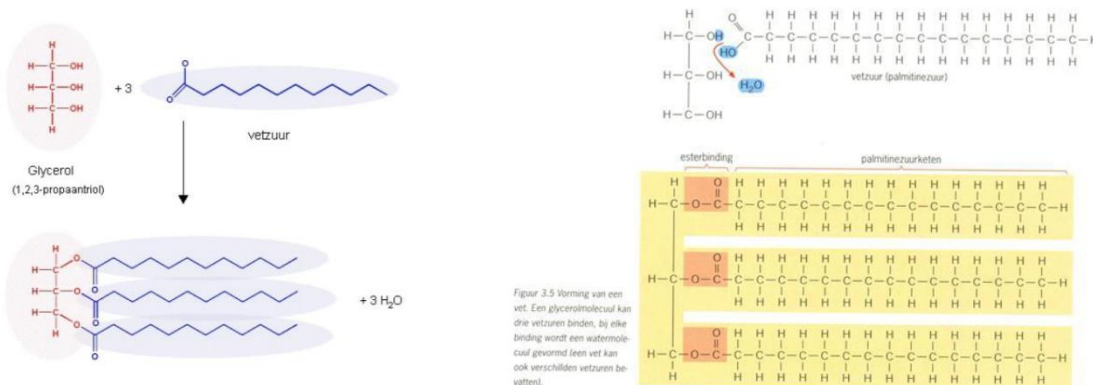
Triglyceriden

= meest voorkomend in voeding en vetweefsel

Ketens van C atomen (= vetzuren) verbonden aan glycerol $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$ via esterbinding (condensatiereactie)

1 glycerolmolecule kan 3 (≠) vetzuurmoleculen binden (= gemengd glyceride)

→ Zeer grote verscheidenheid

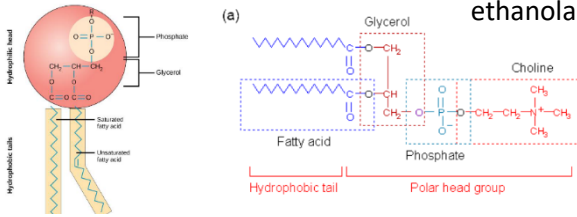


Verschillen in chemische structuur → bepalend voor smeltpunt van triglyceriden

- Smeltpunt afhankelijk samenstelling vetzuren:
 - graad van verzadiging
 - toenemende ketenlengte
 - aanwezigheid trans dubbele binding
- Invoegen dubbele binding in vetzuur verlaagt het smeltpunt
- Voorbeeld:
 - dierlijke vetten (bv. boter), vooral verzadigde vetzuren bevatten: vast op kamertemperatuur (20 °C)
 - oliën (van planten en vis), overwegend meervoudige vetzuren, bij lagere temperatuur vloeibaar
- Smeltpunt → belangrijk voor intestinale absorptie en voedselverwerking

Fosfolipiden

= esters van glycerol met op: positie 1 & 2: een vetzuur
positie 3: een fosfaatgroep, veresterd met choline (alcohol),
ethanolamine (alcohol), serine (aminozuur) of inositol (suikeralcohol)



Eigenschappen:

Polaire (hydrofiel) en apolaire (hydrofoob) groep => amfipatische moleculen

Komen voor in alle dierlijke en plantaardige voedingsbronnen

Belangrijkste functie = membraanvorming

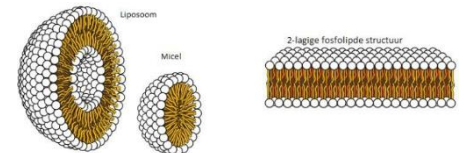
Vetzuur is meestal:

C16:0 (palmitinezuur)

C18:0 of C18:1 of C18:2 (stearinezuur, oliezuur of linolzuur)

Lecithine meest voorkomend (fosfaatgroep + choline)

- ➔ Andere configuratie naargelang omgeving:
 - Water-lucht → enkelvoudige laag
 - In water → sferische clusters
 - Scheiding tussen 2 waterige middens → dubbellaag (celmembranen)



Steroïden: cholesterol – sterolen

Basisstructuur: 3 benzeenringen + cyclopentaanring

Basis voor:

- Sterolen: o.a. cholesterol, ergosterol, 7-dehydrocholesterol
- Galzuren
- Steroïdhormonen: o.a. oestrogenen, androgenen, testosteron, cortisol

Sterolen

- Cholesterol
 - Enkel in dierlijk weefsel en dierlijke voeding
 - Belangrijk bestanddeel van veel membranen
 - Precursor van galzuren en steroïdhormonen
 - In plasma: 120 -220 mg/100 ml (30 % vrij, 70 % gebonden aan lipoproteïnen (vb. LDL-HDL-chylomicronen)
- Fytosterolen
 - = van plantaardige oorsprong

Andere lipiden

Vetalcoholen
Gangliosiden
Cerebrosiden
Vit A, D, E, K
Carotenoïden

Bronnen → 40 % van voedingsvet is zichtbaar, de rest niet

Dierlijke oorsprong	Plantaardige oorsprong
9 kcal/g Vlees-vis Cholesterol	9 kcal/g Zaden -noten Fytosterolenweinig of niet opgenomen Bron van essentiële FA

Energetische waarde van de verschillende vetten is gelijkwaardig → wel belangrijke verschillen in vetzuursamenstelling

Landdieren

Spiers – organen – melkvetten

Mager rundvlees ± 5%

Mager schapenvlees ± 18%

Mager paardenvlees, kalfs-varkensvlees en kip ± < 3%

Rijk aan SFA (vb. melk C2-C12)

Arm aan PUFA

Samenstelling vetten kan beïnvloed worden door voeding.

> 85% van vleesvetzuren zijn:

Palmitinezuur

Stearinezuur

Oliezuur

Linolzuur

Arachidonzuur

Eieren: hoog vetgehalte (eigeel) → bevat 6-7g triglyceriden en fosfolipiden

= hoge voedingswaarde

= fosfolipiden dragen bij in structuur van voedsel (cake)

Vis – visolie – zeeschaaldieren

Rijk aan PUFA van ω3 reeks met > 20 C atomen

Vb: EPA (eicosapentaëenzuur) en DHA (docosahexaëenzuur)

Vooraf vette vis: makreel – haring – zalm – paling

Plantaardige vetten:

→ veel onverzadigde vetzuren

Olie rijk aan linolzuur (C18:2 ω6) =

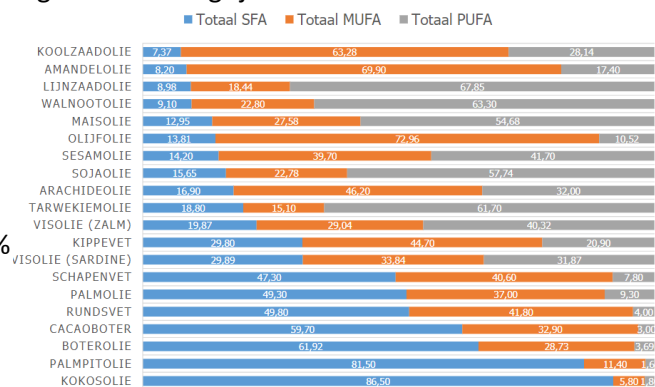
notenolie - saffloerolie - zonnebloemolie - tarwekiemolie - maïsolie - sojaolie

Olie rijk aan SFA en MUFA (C4-C12) =

palmpitolie - kokosnootolie - cacao vet

Olie rijk aan MUFA =

Olijfolie - amandelolie – arachideolie



Plantaardige sterolen:

= tegenhanger cholesterol

Niet of weinig opgenomen door darm

Interfereren met opname cholesterol

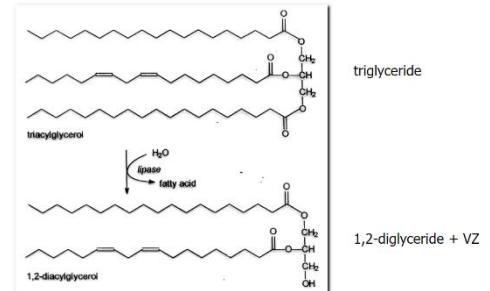
Derivaten toegevoegd aan producten tegen hypercholesterolemie (Benecol, Becel pro-actif)

Vertering lipiden

Vertering is afhankelijk of er enzymen aanwezig zijn → lipasen en galzouten

- ➔ Start in de maag
- Ruwe vetemulsie vormt
- Maaglipase (afsplitsing VZ positie 3) → 1,2-diglyceride + VZ
- Stabielere emulsie

Zuigelingen hebben speciaal enzym = linguaal lipase om melk te verteren



Dunne darm wordt verdeeld in 3 stukken = duodenum + jejunum + ileum

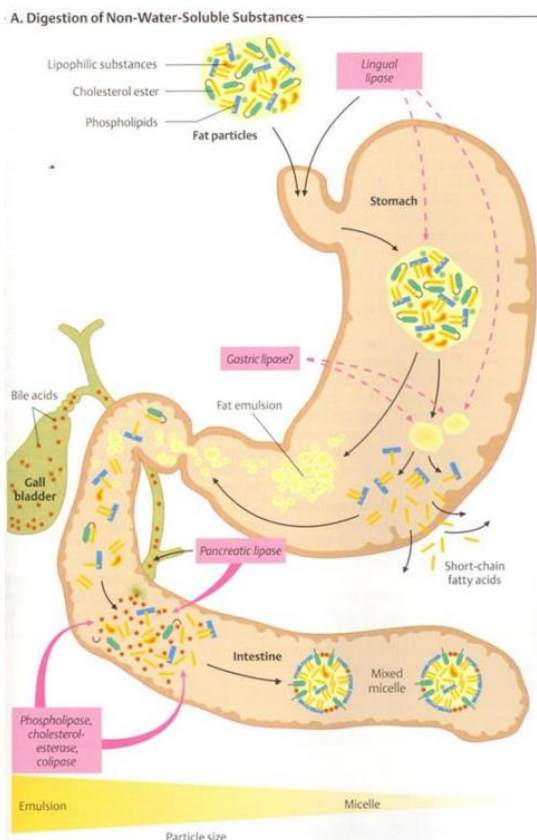
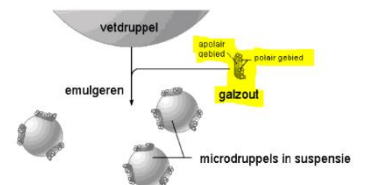
Duodenum = 12 vingerige darm = begin van de dunne darm, sluit aan op de maag

jejunum = nuchtere darm

ileum = kronkeldarm

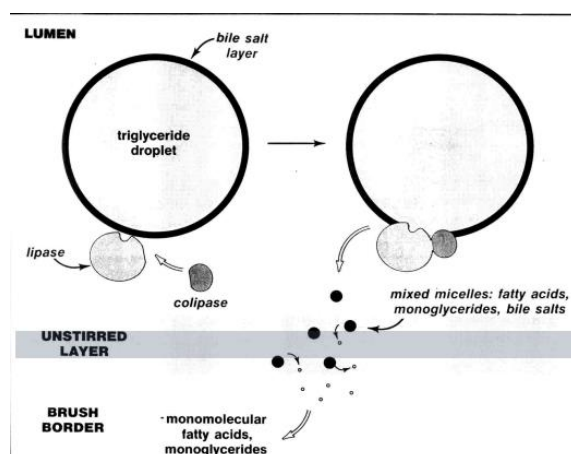
Voedselbrij uit maag = zuur, dunne darm neutraliseert de pH

- ➔ Er gebeurt een vermenging met galzouten en pancreassecreties (lipase, amylase...)
- = emulsie door amfipatische (pol + apol) galzouten → vertering voortzetten
- ➔ **Galzouten** splitsen vetdruppels op in kleinere partikels → oppervlaktevergroting = micellen
- ➔ Inwerking van de verteringsenzymen uit pancreas op de lipidedruppels:
 - Lipase → di/triglyceriden
 - Fosfolipase A2 → fosfolipiden
 - Cholesterolesterase → cholesterolesters

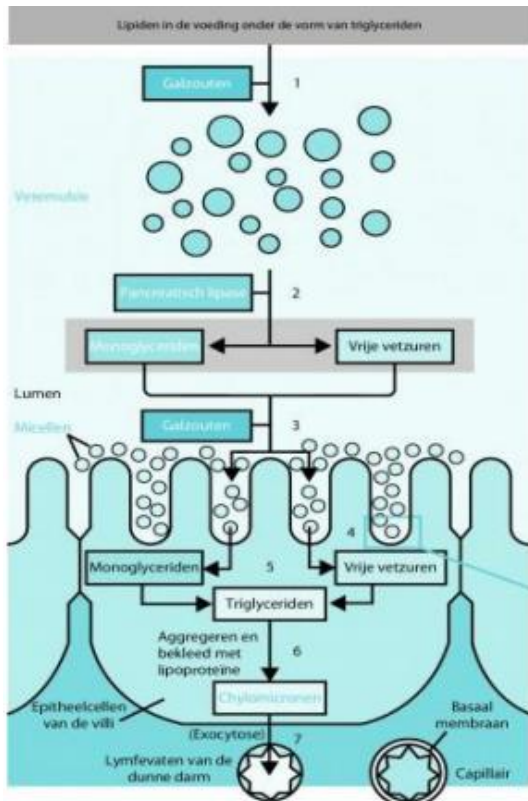


Micellen met apolaire lipiden in de kern
Micellen diffunderen tot het darmoppervlak

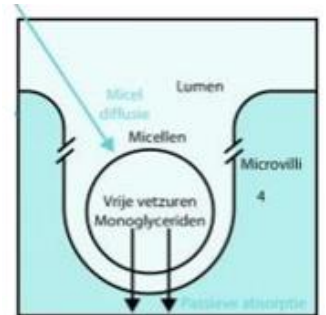
Micel = galzout, fosfolipide, monoglyceride, vetzuren, cholesterol



plaats	enzym	substraat	producten
mond	Linguaal lipase	Vetten	Vetzuur Diglyceride
maag	Lipase	Vetten	Vetzuur Diglyceride
dunne darm (pancreas- enzymen)	Lipase	Triglyceriden Diglyceriden	Glycerol, vetzuren, mono- en di-glyceriden
	Fosfolipase A	Fosfolipiden	Vetzuur + lysofosfolipide
	Cholesterol- esterase	Cholesterol- ester	Cholesterol + vetzuur



1. Lipiden in voeding = grote vetdruppels → emulsificatie door galzouten
2. Lipase (+colipase) hydrolyseert TG in monoglyceriden en vrije vetzuren
3. Wateroplosbare producten opgenomen in wateroplosbare micellen
4. Micel diffundeert naar darmopp, vrije vetzuren + monoglyceriden via passieve diffusie door luminale membraan
5. Hersynthese triglyceriden
6. Aggregatie tot lipoproteïnen → vorming wateroplosbare chylomicronen
Vrijgezet langs basale membraan van enterocyten via exocytose
7. In lymfevaten van dunne darm



Absorptie lipiden

Verschillende fracties gevormd tijdens vertering:

1. Wateroplosbare hydrolyseproducten

C4-C10, glycerol, fosfaat, choline...

Diffunderen door enterocyten tot in portale bloed
MCFA binden aan albumine > naar lever als energiebron

2. Niet-oplosbare verteringsproducten

C12-C20, cholesterol, lysofosfolipiden, monoglyceriden

In jejunum, via micellen in enterocyten door passieve diffusie

3. Galzouten

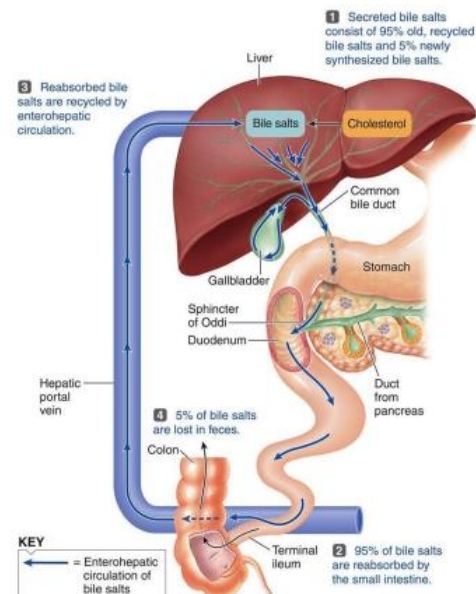
Gereabsorbeerd verderop in dunne darm = **enterohepatische recirculatie**

Secretie ± 30g / dag <> excretie 0,1 - 0,2g / dag

In mucosacellen

Hydrolyse oiv acylglycerollipase en lysofosfolipase

Glycerol en vrije VZ als eindproduct

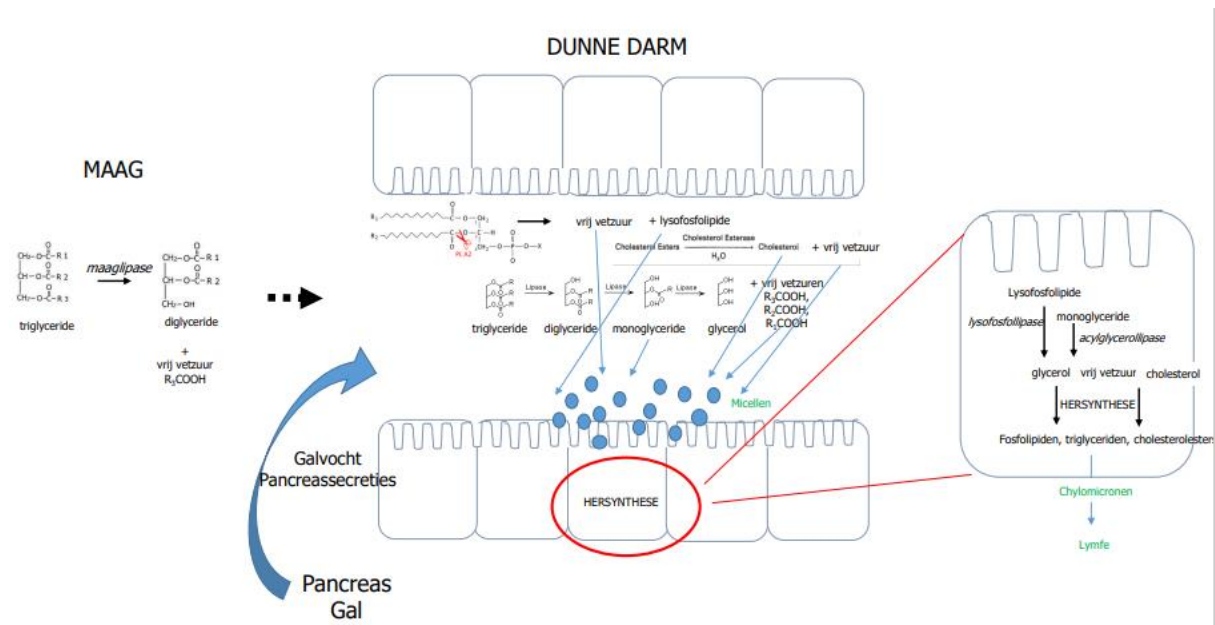


Na absorptie → hersynthese!

Vorming humane triglyceriden, fosfolipiden en cholesterolesters

Verpakt met eiwit > chylomicronen

Via extracellulaire ruimte en lymfevaten komen lipoproteïnen in perifere bloedcirculatie



>95% van de voedingsvetten:

SCFA vrijwel niet in voeding, maar door fermentatie → niet-geabsorbeerd KH

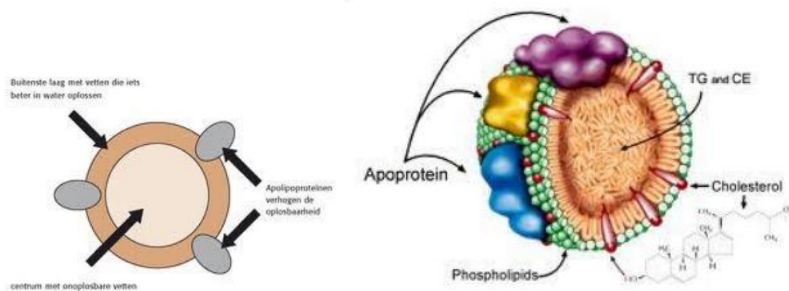
Plant aardige sterolen minimaal

Transport lipiden

Na hersynthese van de lipiden in het enterocyt → exocytosis als chylomicron = lipoproteïne

Lipoproteïnen = complexen waarin water-onoplosbare lipiden in het bloed getransporteerd worden

= sferische partikels met een kern van lipiden (triglyceriden en cholesterolesters) & een oppervlak (rand) van fosfolipiden, vrij cholesterol en specifieke proteïnen (apolipoproteïnen), in contact met de waterige omgeving



Apolipoproteïnen = structuur met zowel hydrofobe als hydrofiele delen

→ hydrofoob, apolair deel naar de binnenkant van de sferische partikels gericht

→ Apo's bepalen de structuur van lipoproteïnen → zijn activatoren of inhibitoren van enzymen of zijn nodig voor binding aan cellulaire plasmamembraaneiwitten (receptoren)

5 (6) hoofdklassen van lipoproteïnen

Slecht

Goed

Chylomicron	Chylomicron remnant	VLDL	IDL	LDL	HDL
Fosfolipiden Triglyceriden Cholesterol ester apolipoproteïnen		Very low density lipoprotein	Intermediate density lipoprotein	Low density lipoprotein	High density lipoprotein
Heel groot					Heel klein

→ Verschillende eigenschappen

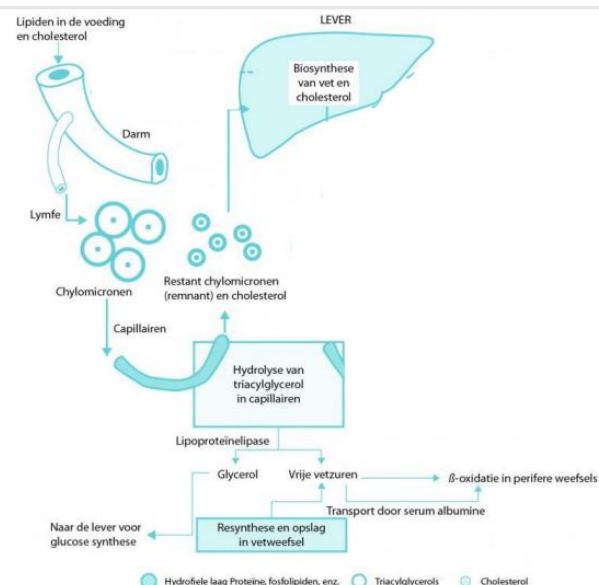
LP klasse	Densiteit (g/ml)	Diameter (nm)	Mobiliteit bij elektroforese
chylomicronen	< 0,95	>80	onbeweeglijk
VLDL	<1,006	30 - 80	pre-β
IDL	1,006 - 1,019	25 - 35	"slow" pre β
LDL	1,019 - 1,063	18 - 25	β
HDL	1,063 - 1,210	5 - 12	α

→ verschillende samenstelling

LP klasse	Belangrijkste getransporteerde lipiden	Belangrijkste apoproteïnen
chylomicronen	triglyceriden van voeding	A _I , A _{II} , B ₄₈ , C _I , C _{II} , C _{III} , E
VLDL	endogene triglyceriden	B ₁₀₀ , C _I , C _{II} , C _{III} , E
IDL	triglyceriden, cholesterolesters	B ₁₀₀ , C _{III} , E
LDL	Cholesterolesters	B ₁₀₀
HDL	fosfolipiden, cholesterolesters	A _I , A _{II} , C _I , C _{II} , C _{III} , E

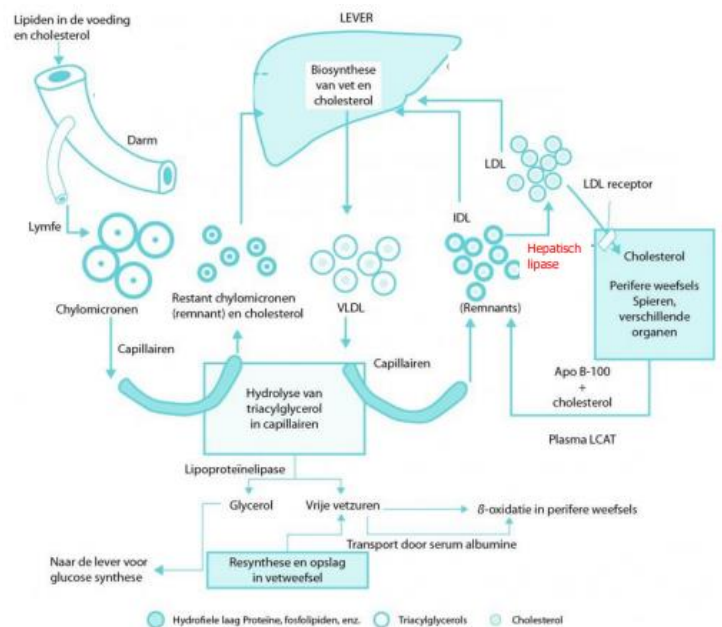
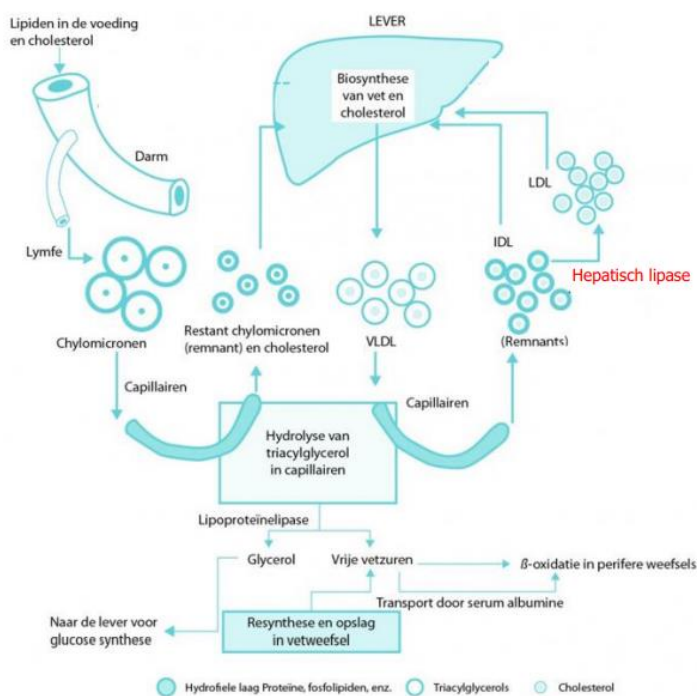
Transport door chylomicronen

- Transport van voedingsvetten
- 90% TG en 5% cholesterolesters
- Vooral aanwezig na maaltijd
- Na 12-14u volledig uit bloed verdwenen
- Hydrolyse TG (triglyceriden) door lipoproteïnelipase (insulineafhankelijk enzym)
→ Vrijgekomen vetzuren + glycerol: energiebron voor spieren of reserve in vetcellen (resynthese tot TG)
- Chylomicron remnants: TG-arm, nog cholesterolsters + vetoplosbare vitaminen



Transport door VLDL

- 55-60% TG, 10-15% cholesterolesters
- Synthese in lever: productie bepaald door hepatische TG synthese
 - Afhankelijk balans influx FFA uit bloed en oxidatie FA in lever
 - Lipogenese: vorming FA uit metaboliëten KH en AA
- Halfleven VLDL = 1 - 3u
- Hydrolyse TG door lipoproteïnepilipase
- LPL in hart grotere affiniteit voor TG (dan vet & skeletspieren)
 - bij lage TG-spiegel, vetzuren voorkeur voor hartweefsel
- Overblijft → omzetting tot IDL
 - 30% cholesterol
 - Opgenomen in lever of verdere omzetting tot LDL

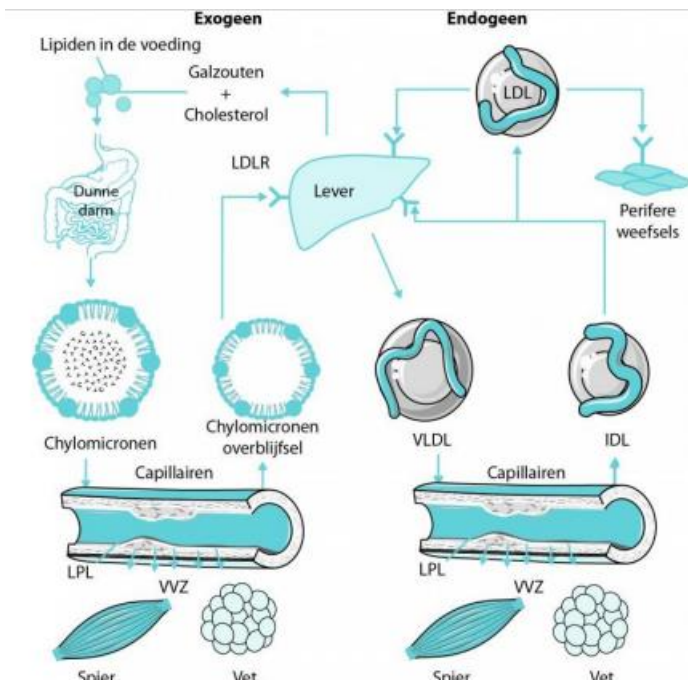
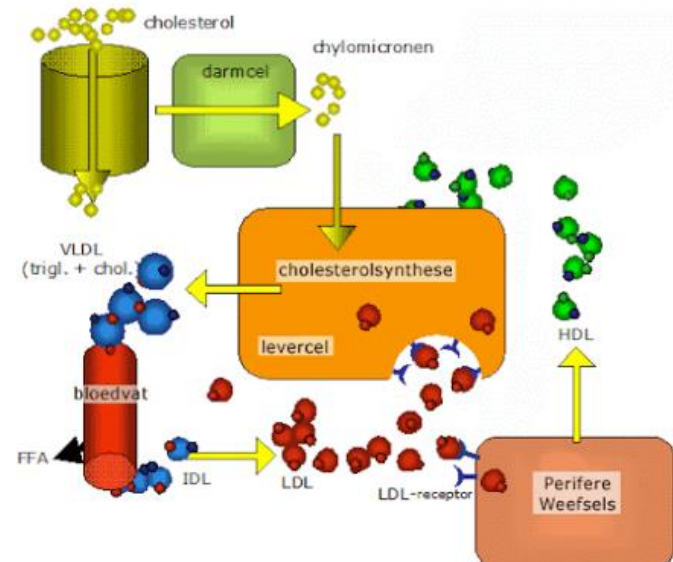
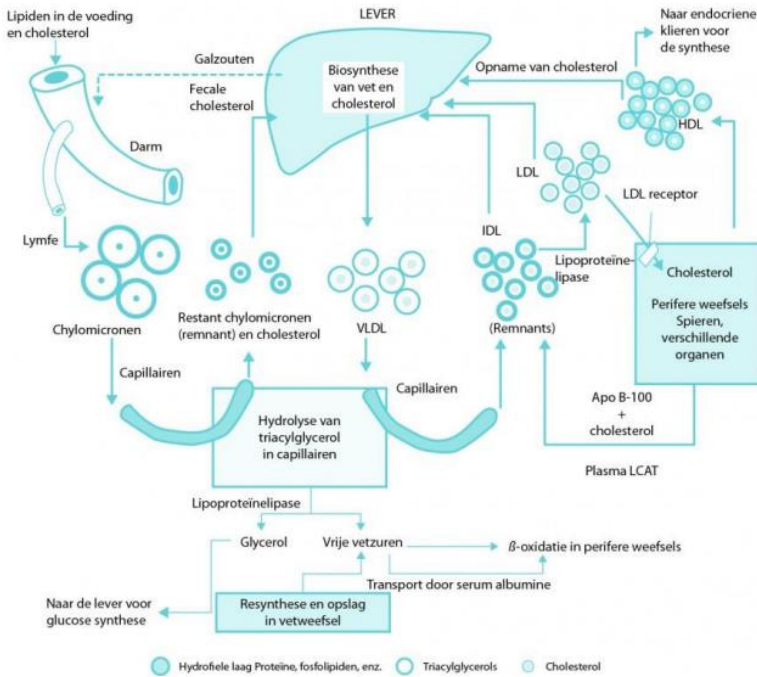


Transport door LDL

- Eindproduct VLDL metabolisme
- 35% cholesterolesters, fosfolipiden en 1 eiwit: apo B100
- Vervoert ± 70% van totale plasmacholesterol
- Opgenomen door lever en perifere weefsels via LDL-receptor die apo B100 bindt
 - Opname afhankelijk van aantal receptoren (afh. van cholesterolbehoefte)
- Bij stijging plasma LDL (niet opgenomen)
 - Katabolisme door macrofagen: cholesterol vrij
 - Stijging aspecifieke opname door witte bloedcellen → start atherosclerose proces

Transport door HDL

- Hoogste eiwitgehalte
- Synthese in lever
- Vorming in plasma tijdens lipolyse van TG-rijke lipoproteïnen
- Neemt cholesterolesters op
 - Verestering via lecithine-cholesterol-acyltransferase (LCAT)
 - Transport naar lever via HDL of via IDL of LDL in ruil voor TG (cholesterolestertransferproteïne)
- Belangrijke rol bij verwijderen van teveel aan cholesterol uit de weefsels
- Transport van cholesterol van periferie naar lever



In nuchtere toestand (insuline laag):

- Splitsing TG in glycerol en VVZ
- Transport VVZ naar spier via plasma-albumine (niet via lipoproteïnen)
- Transport glycerol naar lever en nier

Lipidenmetabolisme

Anabolisme (kleine moleculen omzetten in grote moleculen) = opbouw

Lipogenese = vetzuursynthese in lever

Lipogenese = synthese van SFA en C9-MUFA uit KH en proteïnen

→ Insuline stimuleert de biosynthese van vetzuren

- Ingebouwd in TG > via VLDL naar vetweefsel
- Lichaam kan geen PUFA van $\omega 3$ en $\omega 6$ reeks de novo maken
- Wel mogelijkheid verlengen van 'kortere' C16 en C18 PUFA naar $\omega 3$ en $\omega 6$ reeks

Katabolisme (grote moleculen afbreken in kleine moleculen) = afbraak

= oxidatie van vetzuren

Vetzuren die niet in de weefsels worden ingebouwd → geoxideerd voor hun energie

Meeste organen kunnen vetzuren als energiebron benutten

Oxidatie: in de mitochondriën

Transport in mitochondriën via carnitine (derivaat van boterzuur)

β -oxidatie > vorming acetaat

Verdere oxidatie via krebcyclus → ATP

Snelheid van vetzuuroxidatie is hoogst bij:

- lage energie-inname
- vasten → Zeer hoge vetzuuroxidatie

Ketogenese in de lever

→ Productie ketonlichamen (=acetoacetaat, β -OH-boterzuur en aceton)

→ Ketonen = brandstof die veel meer wateroplosbaar is en gebruikt kan worden door de spieren en centrale zenuwstelsel

Bij gezonde personen (= functionerende pancreas) die glucose eten → insulinesecretie stimuleren → ketose voorkomen of tegengaan (KH = antiketogeen!)

Cholesterolsynthese en excretie

Cholesterol in weefsels en lipoproteïnen

→ vrij cholesterol + cholesterolesters

Samenstelling: 50% uit voeding – 50% endogeen

→ Endogeen: synthese in lever en darmwand uit acetyl-CoA

→ Balans inname en synthese!

Cholesterolbalans:

Wordt geregeld door LDL receptoren: opname in cel

Bij erfelijke hypercholesterolemie: receptoren defect

Cholesterol wordt uitgescheiden via gal (excretie): ongewijzigd → oxidatie tot primaire galzuren

Gal = vloeistof die de lever uitscheidt → galzuur = onderdeel van gal

galzuren ontstaan door oxidatie van cholesterol

Rol in lichaam lipiden

1. Energieopslag

Meest efficiënte vorm: 9 kcal/g

Normaal vetgehalte ~ energiebehoefte > 6 weken

2. Beschermende rol

Behoud lichaamstemperatuur

Immobilisatie en bescherming organen

3. Structurele rol

Deel van organen (vb. myeline > isolatie zenuwvezels) ▪ Bestanddeel biologische membranen (cholesterol en fosfolipiden)

4. Metabole rol

Vrije vetzuren leveren energie

Cholesterol = bouwsteen voor:

Vit D	(in de huid)
Galzouten	(in de lever)
Steroidhormonen	(in bijniercortex en gonaden)

Regeling metabole processen:

C20-PUFA → vorming eicosanoïden (prostaglandines, prostacyclines, tromboxanen, leukotriënen)

Andere: beïnvloeden genexpressie

Lipiden rol in voeding

Geconcentreerde bron van calorieën

Palatabiliteit van voedsel => smaak

Verzadigingsgevoel

Dragers vetoplosbare vitaminen

Aanbreng essentiële vetzuren

Gemiddelde mens eet:

- Te veel vetten en verzadigd vet

< 15% voldoet aan aanbevelingen EN% voor vet

→ Gemiddeld 37,9 % vet waarvan verzadigd = 15,7 %

- MUFA en PUFA vallen binnen de aanbeveling (13,8 – 6,9 EN%)

- Smeervet:

Gemiddeld verbruik = 21g/dag

6,1% overschrijdt bovengrens (60g/dag)

Belangrijkste bronnen:

- Smeervetten 27,1%
- Vlees 18,1%
- Kaas 9%
- Mayonaise 7,3%
- Zoet 5,7%
- Brood 5,1%
- Melkproducten 5%
- Chocolade 4,9%

Aanbeveling

	Mannen g/dag	Vrouwen g/dag
Totaal vet <30%	55-83	44-66
Verzadigd <10%	<28	<22
Onverzadigd enkelvoudig 15%	28-55	22-44
Onverzadigd meervoudig 8%	14-28	11-22
Omega 3 1%	2.8-5.6	2.2-4.4
LNA	2.8	2.2
EPA + DHA	0.250 -0.500	0.250-0.500
Omega 6 4%	11	9
Cholesterol	<300 mg	< 300 mg
Transvetzuren	Zo laag mogelijk	Zo laag mogelijk

Kinderen onder 3 jaar mogen totaal vet tot 40% van dagelijkse behoefte

Niet meer dan 30-35% EN met \leq 10% EN verzadigd

Voorkeur producten arm aan verzadigde vetzuren

Noodzaak essentiële vetzuren

Zo weinig mogelijk transvetzuren

Atherogene vetzuren (sinds 2013) = soort verzadigd vet

\leq 8 EN%

Hoge inname verhogen cardiovasculair risico

ath-VVZ: C14:0, C12:0, C16:0 (laurinezuur, myserinezuur en palmitinezuur)

Gezondheidsaspecten

Essentiële vetzuren

Linolzuur (C18:2 ω 6) & α -linoleenzuur (C18:3 ω 3)

Nodig voor:

- structurele en functionele integriteit van alle celmembranen
- voorlopers van de eicosanoïden (EPA in omega 3)

Primaire essentiële vetzuurdeficiëntie

- Zelden
- < 2-5g linolzuur/dag
- Klinische verschijnselen: droge bloedende huid, overmatige dorst, groeivertraging...

Secundaire essentiële vetzuurdeficiëntie en A,D,E,K

- Langdurige vetmaldigestie (galobstructie, pancreasinsufficiëntie)
- Langdurige vetmalabsorptie (coeliakie, lipaseremmers vb orlistat)

Minimale vetinname via voeding om aan behoefte aan essentiële vetzuren te voldoen:

- \geq 15 EN% volwassenen
- \geq 20 EN% reproductieve vrouwen
 - Vooral tijdens zwangerschap en lactatie
 - In moedermelk 6% essentiële vetzuren
 - Omega 3 vetzuren > nodig voor visuele ontwikkeling – groeiende hersenen

Eicosanoïden = verzameling lokaal werkende weefselhormonen in het lichaam aangemaakt vanuit essentiële vetzuren → prostaglandinen, leukotriënen, prostacyclinen en tromboxanen

= moleculen gevormd door lipoxygenase (LOX) of cyclo-oxygenase (COX) van AA en EPA (20-C UFAs)

Effect op verschillende fysiologische processen:

- Reproductie
- Bloeddruk
- Hemostase (bloedstolling)
- Inflammatie
- Immunititeit

Verschillende effecten:

Omega-3 eicosanoïden	Omega-6 eicosanoïden
Bloedstolling ↓	Bloedstolling ↑
Inflammatie ↓	Inflammatie ↑
Minder kans op CV	

→ Balans tss omega 3 en omega 6 noodzakelijk: werken samen om een goede gezondheid te bevorderen

Invloed van voeding op lipide- en lipoproteïnespiegels

Link voeding en bloedspiegels van lipiden en lipoproteïnen:

- Te hoge inname van dierlijk vet (veel verzadigd en cholesterol)
- Coronaire hartziekten
 - Obesitas
 - Bepaalde kankers

Referentiewaarden:

- TG < 150 mg/dl
- Cholesterol < 190 mg/dl
- LDL < 115 mg/dl
- HDL > 40 mg/dl

Chylomicronen

→ hoeveelheid en type vet tijdens de maaltijd bepaalt concentratie en VZ-samenstelling in chylomicronen

VLDL → lage VLDL spiegel in slanke en sportieve mensen

Hoge VLDL spiegel bij obesitas, overmatig alcoholgebruik, verhoogde KH inname (op lange termijn adaptatie)

Consumptie eicosapentaëenzuur en docosahexaëenzuur verlagen VLDL (omega 3)

LDL

Plasmaspiegel LDL en totaal cholesterol bepaald door interactie:

- genetische factoren
- voedingskarakteristieken

Klinische praktijk: LDL niet rechtstreeks gemeten

Berekend via Friedewald formule (enkel als TG < 400 mg/dl)

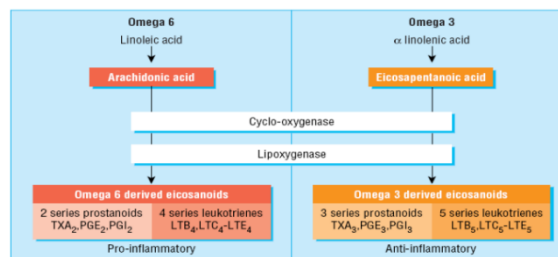


Fig 4 Synthesis of eicosanoids from omega 6 and omega 3 fatty acids. Arachidonic acid and eicosapentaenoic acid compete for the cyclo-oxygenase and lipoxygenase enzymes for conversion into eicosanoids. Those derived from arachidonic acid are pro-inflammatory and pro-aggregatory, whereas those derived from omega 3 fatty acids are anti-inflammatory and inhibit platelet aggregation

à LDL chol = totaal cholesterol – HDL chol – TG / 5

→ normale waarde <115 mg/dl

Hoge inname SFA en transvetzuren → hogere LDL cholesterol

Hoge inname linolzuur en cis-PUFA → verlaging cholesterol

Invloed voedingscholesterol: verhoging indien

Hoge inname SFA (> 15 EN%)

Cholesterolinname > 300 mg/dl

In realiteit is deze inname beperkt

Invloed plantensterolen: interfereren met absorptie cholesterol → verlagen LDL cholesterol

Invloed oplosbare voedingsvezels → verlagen LDL cholesterol

Invloed voedingseiwit (soja eiwit) → verlagen LDL cholesterol

HDL

Daling bij:

zeer hoge PUFA inname

verhoging KH inname (niet in combinatie met oplosbare vezelrijke voeding)

verhoging inname transvetzuren

Stijging bij:

veel alcohol

hoge inname cholesterol en SFA > grotere stijging LDL cholesterol

VOEDINGSSTOF	EFFECT OP LDL	EFFECT OF HDL
Verzadigde vetzuren	↑↑	↑
Trans-vetzuren	↑↑	↓
Voedingscholesterol	↑	- Of ↑
Plantensterolen	↓	
Mono-onverzadigde vetzuren	-	-
n-6 PUFA	↓ (grote hoeveelheden)	↓ (grote hoeveelheden)
n-3 PUFA	↑ (grote hoeveelheden)	-
Soja eiwit	↓ -	
Koolhydraten	-	- Of ↓
Vezel	↓↓	-
Alcohol	-	↑

Verhoging lipoproteïnen in bloed → hyperlipoproteïnemie of hyperlipidemie (xantomen en xanthelasma)

slechte samenstelling in bloed → dyslipidemie

- Rol - indelingen – bronnen
- Vertering en absorptie
- Aminozuurmetabolisme
- Behoud van lichaamseiwit
- Consumptiepatronen – aanbevelingen
- Gezondheidsaspecten

Les 18-21 eiwitten

Indeling

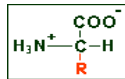
Mens >18 % proteïnen → opgebouwd uit AZ ketens (>50)

Volgorde van deze AZ beïnvloedt de structuur en functie v.h. eiwit

→ belangrijke leverancier van N, N zit voor 16% in proteïnen

Aminozuren = bouwsteen van proteïnen:

- 20 ≠ aminozuren
- Basisstructuur →
- Zure groep (COOH)
- Basische aminogroep (NH₂) uitz. proline (iminogroep –NH)
- R groep = anders voor elk AZ (deelt ze op in basisch, zuur, neutraal)
Vaak in Rgroep: S en P soms: I, Zn, Cu

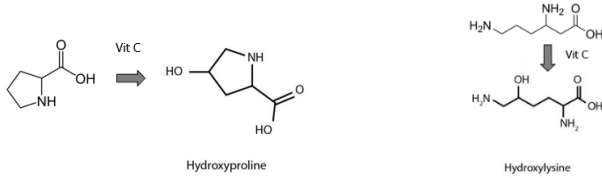


Naam	Symbool	R-groep	Naam	Symbool	R-groep
Neutrale aminozuren					
Glycine	Gly	-H	Glutamine	Gln	-(CH ₂) ₂ -CO-NH ₂
Alanine	Ala	-CH ₃	Proline	Pro	-(CH ₂) ₃
Valine (E)	Val	-CH(CH ₃) ₂	Fenylalanine (E)	Phe	-CH ₂ -C ₆ H ₅
Leucine (E)	Leu	-CH ₂ -CH ₂ (CH ₃) ₂	Tyrosine	Tyr	-CH ₂ -C ₆ H ₄ OH
Isoleucine (E)	Ile	-CH(CH ₃)-CH ₂ -CH ₃	Tryptofaan (E)	Trp	-CH ₂ -(C ₈ H ₆)N
Serine	Ser	-CH ₂ OH	Cysteïne	Cys	-CH ₂ SH
Threonine (E)	Thr	-CHOH-CH ₃	Methionine (E)	Met	-CH ₂ -CH ₂ -SCH ₃
Asparagine	Asn	-CH ₂ -CO-NH ₂			
Basische aminozuren					
Arginine	Arg	-CH ₂) ₃ -NH-C(NH ₂)NH ₂	Histidine (E)	His	-CH ₂ -(C ₃ H ₃)N
Lysine (E)	Lys	-(CH ₂) ₄ -NH ₂			
Zure aminozuren					
Asparaginezuur	Asp	-CH ₂ -COOH	Glutaminezuur	Glu	-(CH ₂) ₂ -COOH

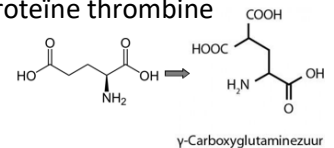
Afgeleiden van AZ = AZderivaten

Sommige proteïnen bevatten aminozuren die derivaten zijn van andere aminozuren:

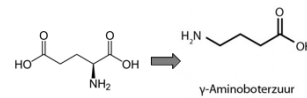
- Hydroxyproline en hydroxylisine: gehydroxyleerde derivaten van proline en lysine (in collageen = bindweefselproteïne)



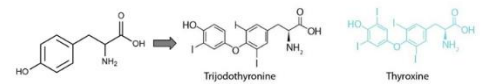
- γ -Carboxyglutaminezuur = derivaat van glutaminezuur, aanwezig in het proteïne thrombine
 → extra carboxylgroep opgekomen
 Vitamine K noodzakelijk
 → AZ kan Ca^{2+} binden, belangrijk in bloedstolling



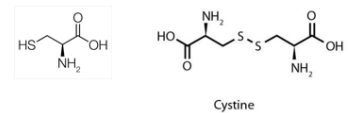
- Aminoboterzuur = derivaat van glutaminezuur
 = neurotransmitter



- Trijodothyronine en thyroxine = jodiumderivaten van tyrosine
 → wordt gevormd uit schildklier: vormen hormonen + maken deel uit van proteïne: thyroglobuline



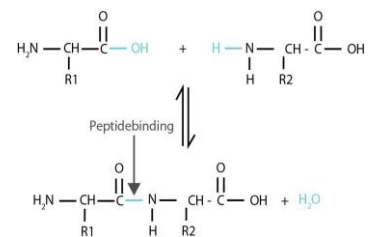
- Cysteïne - 2 vormen:
 - Cysteïne
 - Cystine = gevormd uit 2 cysteïne residuen door disulfide binding (cys-S-S-cys) = zwavelbrug



Opbouw proteïnen

Binding van de aminogroep van éne aminozuur met carboxylgroep van ander aminozuur, met afsplitsing water (=condensatiereactie)

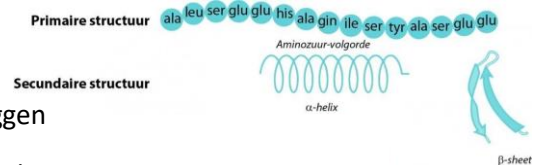
Aantal AZ	Naamgeving
2	dipeptide
3	tripeptide
Enkele (2-9)	oligopeptide
Veel (>9)	polypeptide



Aantal, opeenvolging en soort AZ →
primaire structuur (uniek voor elk proteïne)

Secundaire structuur = ruimtelijke vorm

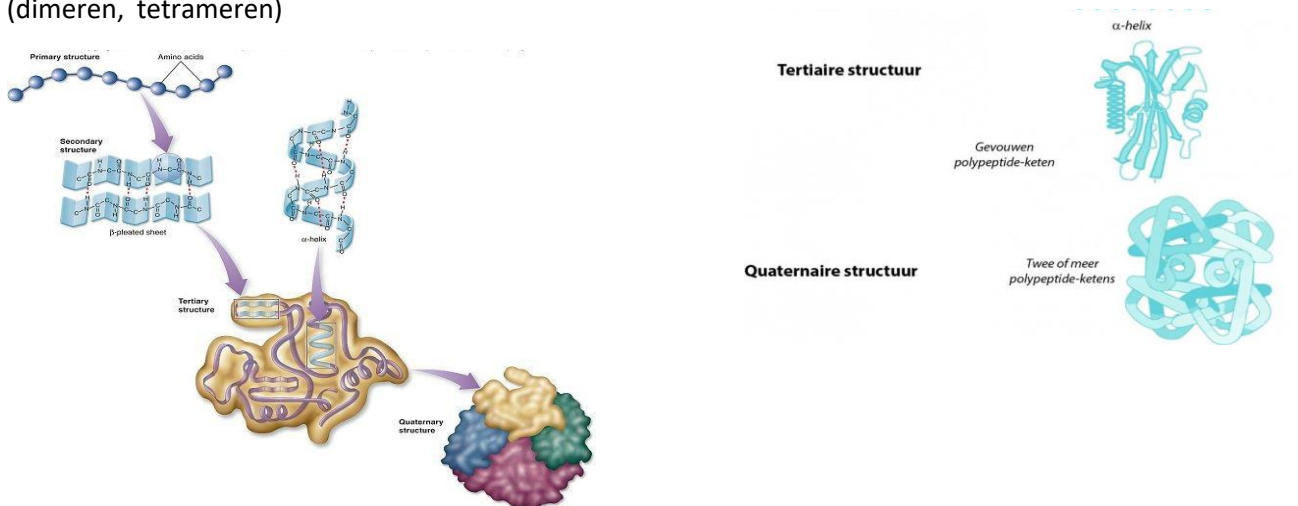
- helixstructuur (α -helix) door intramoleculaire H-bruggen
- vouwbladstructuur (β -sheet) door intermoleculaire H-bruggen



Tertiaire structuur: helixen en de β -sheets nemen een ruimtelijke vorm aan

- interacties tussen de R-groepen
- ontstaan van zwavelbruggen (-S-S-)

Quaternaire structuur: interactie tussen peptiden of proteïne-eenheden tot een proteïnecomplex (dimeren, tetrameren)



Essentiële en niet-essentiële AZ

Essentieel = His-Iso-Leu-Lys-Met-Phe-Thr-Trp-Val → uit voeding

Semi-essentieel = Arg-Gln-Gly-Cys-Pro-Tyr → uit voeding + aanmaken uit andere AZ

Niet-essentiële = Ala-Asn-Asp-Glu-Ser → kan je zelf aanmaken

Functies

1. Structureel: lichaam, weefsel, cel → groei, onderhoud, herstel
 - collageen – elastine (bloedvatrand) – myosine (spieren)
2. Enzymatisch
 - Katalyseren reacties → vertering
 - Extracellulair
 - stollingsfactoren
 - zuur-base-evenwicht
 - O₂-transport: hemoglobine (myoglobine IC)
3. Hormonen
 - Intracellulair: metabole paden (glycolyse, krebscyclus, ...)
 - Procesregulatie: insuline, glucagon
4. Beschermend (barrière, inflammatie, immuun)
 - cytokines – mucines (darmen)– immuunglobulines (immuunsysteem)

5. Transport – communicatie
 - plasma-eiwitten: albumine – apo's – transferrine (ijzertransport)
 - hormonen: insuline – glucagon – groeihormoon
 - celmembraancarriers en –receptoren
 - zuurstoftransport: hemoglobine – myoglobine
6. Opslag: reserve (gluten in tarwe)
7. Contractiel: spierbewegingen (actine – myosine)
8. Toxines → mycotoxine

→ Aanbreng energie (10-15%) en aminozuren (AZ)

→ Lichaam heeft ± 18% eiwitten (± 12 kg) → belangrijkste functionele en structurele bestanddeel van lichaam

Herkomst

Endogeen (gebruikt worden)	Exogeen (opnemen = bron)
Enzymen Afgeschilderde cellen in darm → kan ook een bron zijn, enzymen die afgebroken worden	Plantaardige proteïnen Dierlijke proteïnen

Samenstelling

Eenvoudige proteïnen → basis AZ + afgeleiden

- Albumine
- Histonen
- Skleroproteïnen
- Keratine

Complexe/geconjugeerde proteïnen → AZ + (niet-eiwit)groepen = 'prosthetische groep (PG)'

- Lipoproteïnen: proteïne-lipide complex
- Fosfoproteïnen: fosforgroep als PG
- Glycoproteïnen: heteroglycanen (=KH) als PG
- Nucleoproteïnen: nucleïnezuur naast proteïne
- Metalloproteïnen: metaalionen (Cu, Zn, Fe, ...)
- ...

Fysicochemische eigenschappen

- Fibrilair
- Globulair

Fibrilaire proteïnen (keratine, elastine, collageen..):

= schroefvormig of geplooid peptide ketens

Onoplosbaar

Beschermende of steungevende weefsels

Dierlijke oorsprong

Niet of minder goed verteerbaar (koken!)

1. Collageen = bindweefsel → 30% van totale proteïnepool
bevat hydroxyproline
collageen koken → gelatine
→ bij tekort aan vitamine C kan deze niet gevormd worden
2. Elastine = in elastisch weefsel (slagaders)
bevat alanine + glycine
Zijketens met lysine tegen overstrekking bij spanning
3. Keratine
 α -Keratine → mens en zoogdier (haar, wol)
 β -Keratine → andere dieren (pluimen, snavel, huid)
rijk aan S bevattende AZ

Globulaire proteïnen (albumine, globulinene, hisotonen..):

Compacte structuur → tertiaire of quaternaire structuur

Oplosbaar in waterig midden

Dierlijke of plantaardige oorsprong

Goed verteerbaar

Tarwe = glutenine en gliadine => gluten

Globulair		Fibrilair
Plant + dier	Herkomst	Dierlijk
Goed	Oplosbaarheid	Vaak niet
Goed	Verteerbaarheid	Niet tot matig (koken)

Proteïnekwaliteit

Volwaardig	Onvolwaardig
Bevat alle essentiële aminozuren	1 of meerdere essentiële AZ ontbreken of in lage concentratie

Evaluatie van de kwaliteit

→ bepalen of een eiwit (on)volwaardig is

Volwaardig = alle AZ

onvolwaardig = AZ in lage concentratie of ontbrekend

Methoden om te meten:

1. biologische / in vivo methoden

Proteïnerendement obv gewichtstoename/groei-effecten bij proefdieren (hangt af van welk dier)
Stikstofbalansstudies

Biologische waarde (BW) obv geabsorbeerd N

Netto proteïnebenutting (NPU):

= BW x verteerbaarheid

= weerhouden N / ingenomen N

2. chemische / in vitro methoden

Chemische index of Amino Acid Score (AAS) = mate waarin het voedingseiwit in de behoefte aan essentiële AA kan voorzien

Vergelijking van essentiële AA met die van referentieproteïne

referentie = eiwit hoge kwaliteit

- referentie-eiwit voor volwassene
- aminozuurpatroon moedermelk voor pasgeborene

Nadeel:

onderwaardering voedingswaarde heel wat eiwitten

referentie-eiwit = supereiwit

biologische beschikbaarheid? → geen rekening met biologische beschikbaarheid

gehouden = hoe goed kan het opgenomen worden in de darmen

Protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS) = meest gebruikt

= mate waarin het voedingseiwit werkelijke id behoefte aan essentiële AA kan voorzien rekening houdend met verteerbaarheid

Voedingseiwit	PDCAAS-waarde
Ei	1 (1,18)
Koemelk	1 (1,21)
Rund	0,92
Soja	0,91
Tarwe	0,42

Hoeveelheid (mg) beperkende essentiële aminozuur x verteringsfactor
Hoeveelheid (mg) van hetzelfde aminozuur in het referentie-eiwit

→ wel rekening gehouden met biobeschikbaar.

Actuele uitdrukking nutritionele waarde eiwit!

PDCAAS < 1: minstens 1 essentieel AA minder aanwezig dan referentieproteïne

PDCAAS = 1 (of hoger): idem referentieproteïne = goed eiwit, volwaardig

AZ tekort in soja: limiterende aminozuren → AZ die tekort zijn om een volwaardig AZ te zijn

DIAAS = the digestible indispensable amino acid score

DIAAS % = 100 x (mg verteerbaar beperkend essentieel aminozuur in 1 g voedingseiwit) / (mg van hetzelfde aminozuur in 1 g van het referentie – eiwit)

Toepassingen:

- Gemengde voeding
- Extra voordeel van complementatie met individuele eiwitbron met een hogere score

Factoren die de kwaliteit van voedingseiwitten bepalen:

1. Aminozuursamenstelling

Essentiële AA

Semi-essentiële AA

Niet-essentiële AA

Dierlijk	Plantaardig
Alle AZ	Te weinig essentiële AZ of in verkeerde verhouding
In voldoende hoeveelheden en goede verhouding	Het essentiële AZ dat in verhouding tot de behoefte in de laagste concentratie aanwezig is = limiterende aminozuur
	Uitzondering: soja-eiwitten !

Caseïne heeft alle AZ

Limiterende of beperkende AA:

- Lys-Met-Trp-Thr

- Dierlijke bronnen en sojabonen zijn goed
- Plantaardige bronnen → soms incompleet

→ Completeren van eiwitbronnen:

→ Variatie in voeding

Granen + peulvruchten (maïs + bonen)

Granen + melk (rijk lysine)

Supplementeren met essentiële AZ

2. biologische waarde

= maat voor het bepalen van de kwaliteit van voedingsproteïnen

Definitie: $\frac{\text{hoeveelheid gevormde lichaamsproteïnen}}{\text{hoeveelheid opgenomen, verteerbare voedingsproteïnen}}$

BW van voedingsproteïne → hoger wanneer minder voedingsproteïne nodig is om bepaalde hoeveelheid lichaamsproteïne op te bouwen

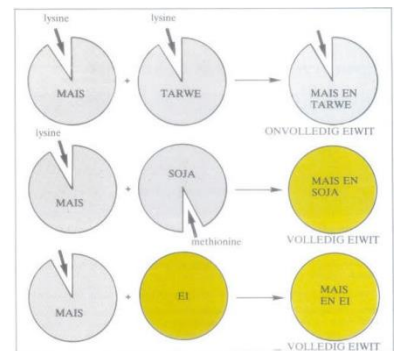
→ BW dierlijke proteïnen > BW plantaardige proteïnen

Voor gemiddelde voeding **1,0**

Voor een lacto-ovo-vegetarisch **0,84 (aanbeveling x 1,2)**

Veganistisch voedingspatroon **0,77 (aanbeveling x 1,3)**

Alimento	Methionine	Lysine	tryptophan
Legumes	D		
Nuts and seeds		D	
Cereals		D	
Maize		D	D
Walnuts	D	D	
Hazelnuts	D	D	
Rice with almonds (Cereal + Nut)		D	



3. Biologische beschikbaarheid → proteïneverteerbaarheid

= mate waarin voedingsstof in het lichaam ter beschikking komt

Samenstelling proteïne: essentiële aminozuren voldoende aanwezig en in optimale onderlinge verhouding

→ Vertering en absorptie

→ Metabolisme van geabsorbeerde aminozuren

Proteïneverteerbaarheid V = biologische beschikbaarheid van aminozuren in een proteïne

→ Berekend als fractie van voedings-N geabsorbeerd uit de voeding

$$V (\%) = 100 \times R/I = 100 \times (I - F)/I$$

R = retained N = I - F = geabsorbeerde hoeveelheid N

I = intake N = hoeveelheid opgenomen N

F = fecal N = hoeveelheid N in stoelgang

MAAR: schijnbare verteerbaarheid!

N in stoelgang (F) = N van onverteerde voeding + endogene, metabole N (=F_m)

Stikstof in stoelgang is niet alle stikstof: er zit ook in onverteerbare voeding en endogene metabole eiwitten in → geven extra stikstof → dus aftrekken van de stoelgang stikstof

Endogeen N → cellen in de darm die afsterven, die vormen een bron van stikstof in de stoelgang

Metabool N → in de darm = enzym die trokken is in verteringsproces, enzym = eiwit en na de functie worden die mee uitgescheiden, bacteriën kunnen ook eiwitten maken en worden uitgescheiden

Correctie nodig! → "echte proteïneverteerbaarheid"

$$V (\%) = 100 \times [I - (F - F_m)] / I \quad \text{endogene, metabole N aftrekken}$$

Biologische beschikbaarheid van elk essentieel AZ verklaart het verschil in voedingswaarde tussen verschillende voedingsproteïnen.

Bepaald door:

- Veteerbaarheid
- Resorptiemechanismen → absorptie in darmen
- Snelheid van deze processen

! Dierlijke proteïnen verteren beter dan plantaardige

Uitz. collageen (moet eerst gekookt worden voor vertering → gelatine)

AZ als resultaat van postsynthetische modificatie = derivaten → kunnen niet meer hergebruikt worden in *de novo* proteïnesynthese

- OH-proline en OH-lysine (collageen)
- 3-methylhistidine (in actine en myosine in spieren)
- Methyllysine en γ-carboxyglutaminezuur (in stollingsproteïnen)

AA als intermediären in metabolisme:

Homocysteïne, ornithine en citrulline in ureumcyclus
 Taurine in galzouten

Bronnen van proteïnen

Proteïne-energie ratio → % aandeel van proteïnen per 100gr berekenen

gram eiwit per 100gr * 4 kcal = kcal

.... kcal/ totaal # kcal per 100 gr = 0,

→ procent van het aandeel proteïnen

Proteïnen in voedingsmiddelen:

<p>Albumine in ei wit, bloed, melk, vis, vlees, ...</p> <p>Lost gemakkelijk op in water</p> <p>Slaat neer bij 70 °C (koken en bakken van eieren).</p>	<p>Vitelline in eierdooier</p> <p>Bevat fosfor</p> <p>Denatureert bij verwarming (structuur verbreekt)</p>
<p>Kaaseiwit of caseïne (melkeiwit) in melk en kaas</p> <p>Slaat neer onder invloed van labferment en zuren (bvb. kaasbereiding, stremmen van melk in maag, schiften van zure melk)</p>	<p>Myosine in spierweefsel</p> <p>lost niet op in water (blijft in het vlees na bouillontrekken)</p>
<p>Tuberine in aardappelen</p>	<p>Collageen in bindweefsel (pezen, rond spieren) vormt gelatine bij het koken</p>
<p>Gluten in granen → kleefstof bij de deegvorming</p>	<p>Legumine in peulvruchten</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ lage biologische waarde ▪ AZ methionine

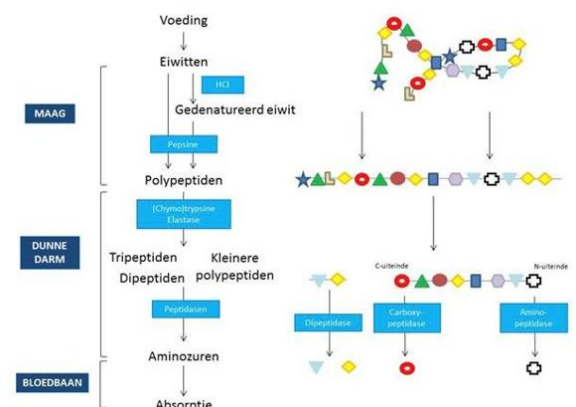
Vertering proteïnen (maag en dunne darm)

We gebruiken proteolytische enzymen:

→ Worden gesecreteerd als inactief pro-enzym (=zymogeen) in GI-tractus

moeten omgezet worden naar actief enzyme

→ Activatie door pH of reeds aanwezige actieve enzymen



In de maag: <10%

HCl wordt door de pariëtale cellen afgegeven

Zorgt dat eiwit gaat denatureren → langwerpige vorm, toegankelijker voor enzymen

HCl activeert pepsinogeen (=inactieve voorloper pepsine = zymogeen)

Splitst IN de keten, niet uiteindes. Op plaatsen waar aromatisch AZ zijn → kortere peptideketens = 1^e stap vertering

aromatische AZ = tyrosine, tryptofaan, fenylalanine

HCl inactieveert micro-organismen

In dunne darm:

Pancreas geeft secreten aan dunne darm:

water en natriumwaterstofcarbonaat (NaHCO₃) → verhoogt pH (7.1 - 8.2) in de maag was dit 2 pH nodig voor inactieve pro-enzymes (=zymogeen):

Trypsinogeen

Chymotrypsinogeen moeten nog actief worden

Pro-elastase

Trypsinogeen: geactiveerd tot trypsine door een darmenzym (enteropeptidase of enterokinase)

→ trypsine zorgt daarna voor activatie tot chymotrypsine en elastase

Polypeptiden gevormd in de maag → enzymen werken en splitsen in kleinere polypeptiden, tri- en dipeptiden

Kleinere polypeptiden worden door peptidasen gesplitst in vrije AZ:

Carboxypeptidase: als pro-carboxypeptidase door de pancreas gesecreteerd: splitst op het C-uiteinde van een polypeptide een aminozuur af

Amino-peptidase: als pro-amino-peptidase door de mucosacellen van de dunne darm gesecreteerd, splitst op het N-uiteinde een aminozuur af

Dipeptidasen en tripeptide-amino-peptidasen bevinden zich in de brush border en splitsen overgebleven di- en tripeptiden in AZ

AZ kunnen geabsorbeerd worden en via vena porta naar lever

Lever neemt AZ niet evenredig op

→ deel naar bloed voor transport naar andere weefsel

→ deel wordt gedegradeerd (als er te veel zijn), komt terecht als N in ureum en via nieren verwijderd

→ synthese eigen proteïnen (creatine, hormonen, precursoren voor nucleotiden) → recyclage

10% wordt uitgescheiden door dikke darm → niet verteerd

90% wordt verteerd

Spijsverteringsenzymen:

Endopeptidasen: in keten	Exopeptidasen: uiteinde keten
<p>Gevormd in de maag: Pepsinen (splitst bij Tyr, Trp, Phe)</p> <p>Uitgescheiden door Pancreas in dunne darm: trypsine (splitst bij Arg, Lys) chymotrypsine elastase</p>	<p>Uitgescheiden door Pancreas in duodenum: carboxypeptidase (splitst aan C-uiteinde)</p> <p>Dunnedarmmucosa aminopeptidase (splitst aan N uiteinde)</p> <p>In darmcel di- en tripeptidasen → vorming AZ</p>

Enzymen bij AZ kunnen koppelen en andersom!

	Substraat	Enzym	Resultaat
Maag	Eiwit	Pepsinen	Zeer grote polypeptiden Enkele AZ
Duodenum	Polypeptiden	Endopeptidasen Exopeptidasen	Peptiden AZ
Dunne darm	Oligopeptiden	Exopeptidase	AZ Dipeptiden Tripeptiden
Mucosacel	Dipeptiden Tripeptiden	Intracellulaire peptidasen	2 AZ 3 AZ

pepsine (wordt gesecreteerd als zymogeen, HCl moet dit actief maken naar pepsine)

Absorptie

Resultaat vertering → aminozuren en kleine peptiden (2 tot 6 aminozuren)

Opname van AZ vindt plaats in jejunum>duodenum>ileum

Absorptie via: passief & actief transport (via carriers)

- In enterocyt: hydrolyse kleine peptiden tot vrije aminozuren
- In darmmucosa: AZ, goed wateroplosbaar, opgenomen in het bloed

Onvolledige vertering

Niet alleen voedingsstoffen in de darm, ook endogene proteïnen: (half verteerd)

- afgeschilferde darmmucosacellen
- enzymen
- mucus laag (mucine)

Normaal > 90% van ingenomen eiwit verteerd (cfr herkomst)

Afhankelijk van fysico-chemische structuur, vertering laag bij verstoorde darmfunctie

Onverteerbare fractie:

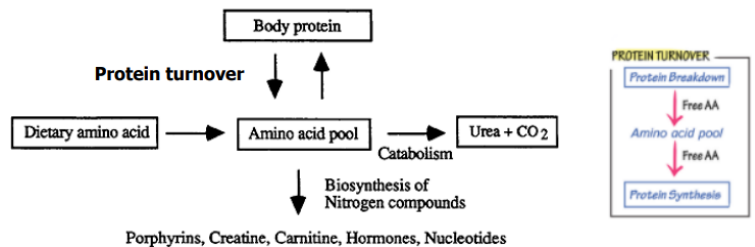
- Fermentatie door microbiota in dikke darm
- Uitscheiding via stoelgang ovv bacteriële eiwitten/metabolieten

Aminozuurmetabolisme

Aminozuurpool

Pool van AZ in weefsel

≠ concentratie ≠ AZ



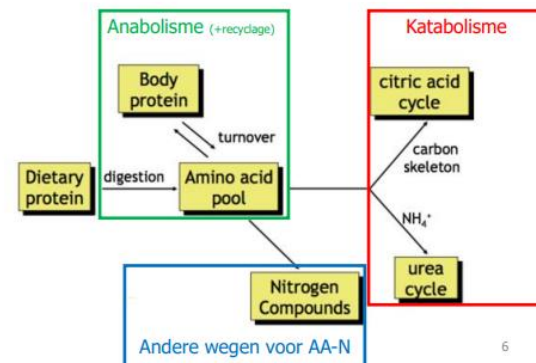
<p>IN AZ pool:</p> <ul style="list-style-type: none"> - voeding - body protein: eiwitafbraak de novo synthese (lever) <p>= synthese nieuwe AZ → door omzetting AZ</p>	<p>UIT AZ pool:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eiwitsynthese - energiemetabolisme - Katabolisme: te veel AZ, afbreken → ureum en CO2 vorming = degradatie (fenylalanine → thyrosine)
--	---

→ AZpool lichaam ≠ AZpool voeding (endogene eiwitafbraak en omzetting)

Metabolisme AZ

Geabsorbeerde AZ → 3 metabole wegen

- Anabolisme → synthese nieuwe proteïnen
recyclage: nieuwe proteïnen kunnen afgebroken worden, terug in pool en ook nieuwe uit gemaakt worden
- Katabolisme → te veel AZ afbreken → vorming ammonium (ureum cyclus) en koolstofskelet (citroenzuurcyclus)
(gedwongen katabolisme → ontstekingsparameters → spierafbraak)
- Recyclage → omzetting naar andere AZ
- Alternatieven voor andere N componenten
- Andere wegen: omzetting vet of glucose



Anabolisme

= synthese van nieuwe lichaamseiwitten

continue turnover → evenwicht eiwitsynthese en eiwitdegradatie

Nodig voor groei, herstel en lichaamsweefsel behouden
groot deel wordt herbruikt

Katabolisme

= degradatie (AZ die niet meer gebruikt kunnen worden)

bij eiwitname > eiwitsynthese → of bij onevenwicht

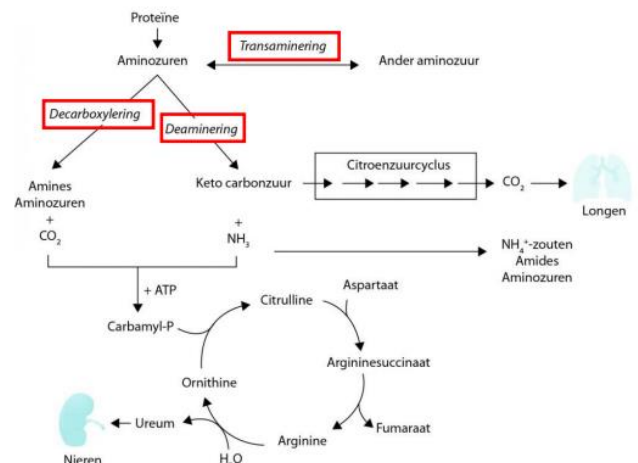
bij te lage EN% uit vetten en KH

→ Grootste afbraak in nieren en lever (grootste synthese in lever)

→ in spieren kan ook afbraak zijn

Verschillende soorten degradatie/afbraak:

- transaminering
- deaminering
- decarboxylering



Vorming ureum = (10-15 gr/dag)

Decarboxylering: carboxylgroep wordt afgebroken → CO₂ + amine blijft over

Deaminering: keto carbonzuur + NH₃ blijft over

NH₃ + CO₂ → vorming afbraakproces waaruit ureum wordt gevormd → ureum wordt via nieren (urine) uitgescheiden

Transaminering:

Omkeerbare reactie = kan ook andersom

Aminogroep van AZ verschuift naar α-C-atoom van ketocarbonsuur

Als ketocarbonsuur = Pyruvaat → door verschuiving aminogroep → alanine vormen
= α-ketoglutaraat → glutaminezuur



Deaminering:

Afsplitsing aminogroep → overhouden: ketocarbonsuur + NH₃

- Ketocarbonsuur kan gebruikt worden in:

- omzetting acetyl-CoA → Krebs cyclus (ATP)
- koolstofskelet → energiemetabolisme
- koolstofskelet → synthese vetten of lipiden

- NH₃ (ammoniak) kan gebruikt worden in:

- vorming andere AZ
- omgezet in ureum in lever

Decarboxylering:

carboxyl afsplitsen → overhouden: amines/aminozuren + CO₂

CO₂ → gebruikt in omzetting tot ureum

Andere wegen

Aanmaak Nhoudende stoffen:

- precursoren voor co-enzymen/andere AZ
- nucleïnezuren
- hormonen
- vitamines

Nicotinezuur (niacine) = B3 vit → precursor AZ = tryptofaan

Thyroxine (schildklierhormoon) → precursor AZ = tyrosine

Carnitine (vetzuurtransport in de cel) → precursor AZ = lysine

Specifieke fysiologische rol:

Ureum (ornithine – argininecyclus) → precursor AZ = arginine

Sommige AZ zijn precursor voor andere AZ

tyrosine → precursor AZ = fenylalanine

cysteïne → precursor AZ = methionine, serine

Behoud van lichaamseiwit

Lichaam → 16-18 % eiwit (spieren > huid / bloed > lever / nier)

Eiwitreserve

= afhankelijk van voeding → streven naar evenwicht tussen oxidatie en excretie
reserve in lever en viscerale weefsels → 175 -350 gram
tijdens vasten wordt reserve als energiebron gebruikt

Evenwicht tussen opbouw en afbraak = turnover → proteïnebalans → stikstofbalans

Proteïnebalans:

kan afgeleid worden van stikstofbalans

Proces waarbij eiwitten voortdurend worden afgebroken en terug opgebouwd

→ 250g eiwit per dag (inname via voeding = +/- 70g!)

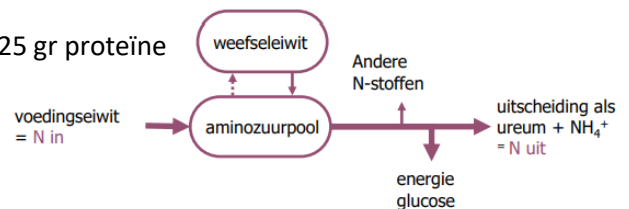
Afhankelijk van leeftijd: daalt met ouder worden (daling BMR)

Gebeurt in lever / darm (50%) > skeletspier (25%)

Sommige AA kunnen niet hergebruikt worden voor eiwitsynthese → nieuwe innemen

Stikstofbalans:

N-gehalte in proteïnen = vrij constant → 16 % → 1g N = 6.25 gr proteïne



$$B = I - E$$

$$\text{met } E = U + F + S + M$$

I = hoeveelheid ingenomen N (intake)

E = hoeveelheid uitgescheiden N (excretion)

U = N in urine

F = N in stoelgang

S = N in zweet, huidcellen, groei nagels en haren

M = menstrueel verlies, zaadverlies

- Betrouwbare meting → over ≠ dagen met stabiele inname (van voeding)
 - N-excretie in urine en stoelgang variabel intra- en interday (tussen en tijdens dagen)
 - Ureumpool = groot (halfleven 12u) → vertraging tot 2d totdat wijziging in ureumsynthese urinaire excretie reflecteert
- Nauwkeurige meting <> klinische meting N → 28/60 x ureum + constante
Cte → 0,031 x kg patiënt

MW ureum = 60

MW stikstof = 14*2

Normale toestand = in balans: I = E en B = 0

Positieve balans : B > 0 → lichaamseiwit

- Bij groei en herstel

Negatieve balans : B < 0 → lichaamseiwit daalt

- Steeds pathologisch, katabole toestand

Vb: patient 65 kg → 15 gram ureum in 24u urine

zoeken: hoeveelheid stikstof meten → 28/60 * 15 + constante (0.031 * kg) =

28/60 * 15 + 2.015 = 9.015 gram N

hoeveel eiwit afgebroken? → 9*6.25 = 56.25 gr (100 / 16 = 6.25)

Stikstofbalans wordt beïnvloed door:

→ Energiebalans:

- B ≠ in functie energie-inname
- Voldoende energie toevoer ovv vet en KH
- Positieve B enkel bij positieve energiebalans!
- Negatieve energiebalans leidt tot negatieve B!

→ Maaltijden

- Postprandiale toestand: na de maaltijd → positieve stikstofbalans
- Postabsorptieve toestand → eiwitsynthese dus verlies AZ

→ Langdurig vasten

- eiwitverlies door:
 - glucosebehoefte (ketonen!)
 - eiwitsynthese en eiwitafbraak

→ Eiwitname

→ Stress en agressie

- Stijging N-excretie
- Negatieve stikstofbalans = katabole respons

→ Spieroefeningen

- Tijdelijk positieve invloed > volumetoename geoefende spieren
- Vermindering van activiteit > negatieve N balans en spieratrofie
- Meer nood aan eiwitten bij veel sport?! → niet bewezen!

→ Hormonen

- Anabole hormonen → positieve N balans
 - Insuline, groeihormoon, testosteron
- Katabole hormonen → negatieve N balans
 - Glucagon, glucocorticoïden, cytokines

Consumptiepatronen

De voedingsaanbeveling voor volwassenen gaat uit van:

- gemiddelde stikstofverlies van 70 mg/[kg.dag]
- gemiddelde behoefte is 0,6 g/[kg.dag]
- variatiecoëfficiënt van 15 %

→ aanbevolen hoeveelheid 0,8 g/[kg.dag]

Afhankelijk leeftijd: kinderen > volw

- Vanaf pubertijd ook afhankelijk geslacht
- Extra behoefte zwangeren/tijdens lactatie

- AZ behoefte voor behoud en groei ≠

Gezondheidsaspecten

Aanbevelingen om tekorten te voorkomen!

Hogere inname positief effect op:

- Gewichtscontrole
- Botgezondheid
- Spiermassa
- Cardiovasculaire aandoeningen

Proteïneondervoeding

- onvoldoende inname door voedselschaarste
- eenzijdige, koolhydraatrijke voeding
- verminderde inname door ziekten, ontsteking, slikproblemen
- verminderde inname door gebrek aan eetlust
- verlies van voedingsstoffen door malabsorptie of maldigestie
- katabole toestand zoals sepsis (vergiftiging)

Aandoeningen:

Kwashiorkor → proteïnetekort (bolle buik) = vochttopstapeling, verstoring waterbalans

Marasmus → proteïne- en energietekort

Sarcopenie = verlies aan spiermassa, spierkracht en spierfunctie bij veroudering

Daling eiwitsynthese en eiwitabsorptie

Belang kwantiteit en kwaliteit eiwitinname

Spreiding bij elke maaltijd

Inname > behoefte: niet meteen schadelijk voor gezondheid

Vanaf een zekere dosis enkele nadelen:

- overbelasting nieren → verhoogde excretie van de afbraakproducten (zoals ureum) van het proteïnemetabolisme
- verhoogde uitscheiding van calcium en zuren in de urine → gestoorde uitscheiding van urinezuur: jicht

Aangeboren stoornissen in metabolisme aminozuren:

- Fenylketonurie of hyperfenylalaninemie = recessief erfelijke stofwisselingsziekte
→ geen of weinig productie van het enzym fenylalanine hydroxylase, geen/beperkte omzetting fenylalanine → tyrosine
- Hartnup-syndroom = zeldzame, erfelijke stofwisselingsziekte in het metabolisme van tryptofaan → defect in een transportproteïne in de darmen en de nieren dat tryptofaan en andere aminozuren over de darm- en nierwand transporteert

Allergenen = moleculen die niet door proteolytische enzymen van het maag-darm kanaal worden afgebroken → darmwand passeren → immuunreacties

Voorbeelden:

- Koemelkeiwitalergie (jonge kinderen)
- Allergenen in schaaldieren, eieren, vis, pinda's, soja, schelpvruchten (amandelen, hazelnoten, okkernoten, pistachenoten), selderij, mosterd, sesamzaad, weekdieren, lupine, sulfiet...
- Reactie op gluten in glutenbevattende granen = glutenintolerantie of coeliakie

Ondervoeding

Soorten ondervoeding

Tekort aan macronutriënten:

- Proteïne en/of energie malnutritie (PEM)
 - Marasmus
 - Kwashiorkor
 - Marasmus – kwashiorkor
- Tekort aan micronutriënten ▪ Ijzer, Vitamine A, Jodium, B-vitaminen

Chronische ondervoeding → stunting

- Langdurig voedseltekort (energie daling)
- Groeiachterstand bij kinderen
- Onomkeerbaar
- Mortaliteit op lange termijn

Acute ondervoeding → wasting

- Verlies aan spierweefsel (eiwit daling)
- Relatief leeftijdsafhankelijk
- Vlot omkeerbaar
- Mortaliteit op korte termijn

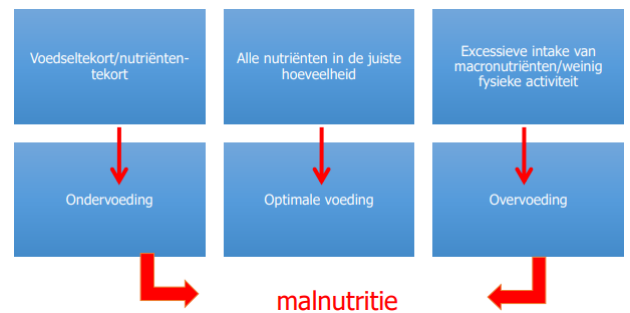
Globale ondervoeding

Licht – matig – ernstig

- Vaak gepaard met tekort aan andere essentiële voedingsstoffen
- Bij kinderen (hoge eiwitbehoefte) → eiwitdepletie

Somatische eiwitdepletie = een verlies van spiermassa (wasting) → de spieren vormen het grootste deel van het lichaamseiwit

Viscerale eiwitdepletie = eiwitverlies vooral gedragen door lever, pancreas en darmen → zeldzamer → oorzaak = een bron van discussie



Oorzaken ondervoeding

Te lage voedselopname

- Sociale en economische factoren (armoede)
- Biologische factoren (vertering, absorptie)
- Omgevingsfactoren (landen, klimaat)

Verterings-reabsorptieproblemen

Verlies aan voedingsstoffen

Sterke verhoogde behoefte → zwangere vrouwen

Primaire deficiëntie = inname via voeding te laag → te weinig AZ voor eiwitsynthese

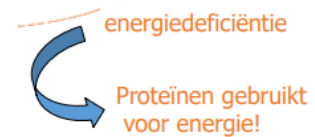
Gevolgen:

Groeivertraging/stop bij kinderen

Slechte wondheling!

Verterings- en absorptieproblemen

Daling synthese immunoglobuline → stijging infectiegevoeligheid



Secundaire deficiëntie ≠ voedingstekort → Grotere energiebehoefte zonder aanpassing inname

Te weinig KH: gebruik eiwit voor gluconeogenese

Negatieve N balans bij trauma

Eiwitmalabsorptie

Daling eiwitsynthese

Excessief verlies van eiwit (urine, bloeding)

Gevolgen chronische ondervoeding

Gewichtsverlies door afname onderhuids vetweefsel en spiermassa

Moeheid, weinig spierkracht (risico op longontsteking)

Bleke, koude huid door vaatvernauwing

Droge huid door beperkte zweetproductie

Cyanotische extremiteiten

Kouwelijk door verlaagd metabolisme

Cyanose = blauwe huid door de aanwezigheid van gedeoxygeneerd hemoglobine in de bloedvaten in de buurt van het huidoppervlak

Gevolgen acute ondervoeding

Oedeem (daling aanmaak bloedeiwitten, daling colloïd osmotische druk)

Verhoogde vatbaarheid voor infecties

Moeheid, daling spierkracht

Dunne kwetsbare huid, decubitus (doorligwonde)

Onderhuidse bloedingen

Slechte wondgenezing

Daling hartfunctie

Malabsorptieproblemen



Risicopersonen ondervoeding

Ontwikkelingslanden → 98 %

- hongersnood
- ziekten
- kinderen in ontwikkelingslanden

Hongersnood

Kan op elke leeftijd, vaak door voedselschaarste
Geeft aanleiding tot wasting en of hongerodeem

Multinutriëntdeficiëntie en PEM kinderen:

groeifalen (wasting en stunting)
marasmus en kwashiorkor (ernstige malnutritie)
verhoogde mortaliteit door infecties
verstoring van de mentale ontwikkeling

Marasmus	Kwashiorkor	Marasmic Kwashiorkor
Meest voorkomende vorm Extreme wasting Braken diarree anemie zeer gevoelig aan infectie Alert, maar minimale fysieke activiteit	Zeldzamer Zeer jonge kinderen Vergemeend oedeem Dermatitis Verandering haren Leververgroting	Extreme wasting Oedeem Slechte prognose

Mildere vorm → ondergewicht en nutritionele dwerggroei
Lage WFH en/of HFA (weight for height en height for age)
Belangrijke oorzaak kindersterfte

PEM Westerse wereld en volwassenen

mensen met marginale eiwit/energie inname
Anorexia nervosa
Ernstige ziekte
Ziekenhuispopulatie en bejaarden (rust)huis

Cachexie = extreme magerheid door ernstige ziekte

- Gewone inname volstaat niet wegens verhoogd rustmetabolisme
- Verminderde eetlust
- Bijwerkingen door medicatie
 - Cytostatica → verandering in smaak en geur
 - Radio en chemotherapie → absorptieoppervlak daalt
- Hoger eiwitkatabolisme = hypermetabool
 - Veel productie cytokines
 - Glucose cycling → glucose halen uit andere macro's

Sarcopenie = overkoepelende term, daling LBM bij hogere leeftijd

Daling in lean body mass (LBM) met stijgende leeftijd
→ daling spiermassa, spierkracht en spierfunctie

Starvation

energiereerves opgebruiken, energie sparen door:

- minder insuline en thyroid hormonen produceren
 - daling sympatisch zenuwstelsel
 - overschakeling op vetverbranding > ketonen!
 - daling BMR, thermogenese en fysieke activiteit
- 2-3 maanden overleven bij voldoende vocht

Opsporing ondervoeding

Afhankelijk van de setting (ziekenhuis, ontwikkelingsland) tools vs MUAC

Verschillende screeningstools met basisvragen:

1. Ongewenst gewichtsverlies?
2. Verminderde eetlust?
3. Ernst van ziekte
4. BMI

Belang van gewicht en gewichtsevolutie: → beperkingen:

- Huidig gewicht tov ideaal gewicht
- Moeilijk om correct te wegen
- Zitweegschaal/ hangweegschaal / grond weegschaal / bedweegschaal
- Dag tot dag variatie
- Vochtretentie, oedeem, ascites

Bepalen van lengte:

- Standaard lengtemeting
- Ulna meting
- Knielengte
- Armspan

Bepalen van de voedingstoestand:

Subjectieve methode

- Medische anamnese
- Voedingsanamnese
- Klinische blik

Objectieve methode

- Antropometrische bepalingen
- Biochemische bepalingen
- Immunologische testen

Medische anamnese:

Risicofactoren op het ontwikkelen van ondervoeding:

- Maag-darmstoornissen
- Chronische longaandoeningen (COPD)
- Kanker • Aids • Medicatie • Overmatig alcohol-druggebruik

Voedingsanamnese door diëtist:

- Wat en hoeveel ▪ Vroeger en nu ▪ Verminderde eetlust ▪ Veranderde smaak
- Kauw-en slikproblemen ▪ Voedselintolerantie ▪ Misselijkheid en pijn ▪ Verandering in behoefte

Klinische blik → door ervaren personen! → Geen latente ondervoeding

Chronische ondervoeding:

- Mager, spieratrofie, losse huid • Droge schilferige en weinig elastische huid
- Bleke, koude huid, blauwe plekken, wondjes • Dof, futloos haar • Koude extremiteiten
- Zwarte kringen onder ogen • Algemene malaise en moeheid • Prikkelbaar, depressie, apatie
- Slechte eetlust

Acute ondervoeding:

- Ernstig zieke patiënt, malaise, extreme moeheid • Spieratrofie • Oedeem
- Rode warme klamme huid (koorst) • Blauwe plekken, wondjes • Dof en futloos haar
- Slechte eetlust

Antropometrische bepalingen:

- Lichaamsgewicht – lengte – BMI
- Groeicurves (WHO curves, CDC charts, VUB groeicurven)
- Huidplooiometer
- Bio-elektrische impedantiemeting
- Creatinine uitscheiding
- Boverarmomtrek of MUAC

• Interpretatie antropometrie bij volwassenen

BMI	Graad PEM	MUAC: goede correlatie BMI	
		Man	Vrouw
18,5-20	marginaal		
17-18,4	mild	< 23 cm	< 22 cm
16-17	matig		
< 16	ernstig	< 22 cm	< 21 cm

• Interpretatie antropometrie bij kinderen

Parameter	Graad van malnutitie			
	Normaal	Mild	Matig	Ernstig
- Lengte, gestalte, leeftijd				
WFI (wasting) %	90 - 120	81 - 90	71 - 80	≤ 70
HFA (stunting) %	95 - 110	90 - 95	85 - 90	≤ 85
Z-score	+2 → -1	-1 → -2	-2 → -3	≤ -3
+ Oedeem				altijd
- Gewicht voor leeftijd (+/- oedeem) : NIET AANBEVOLEN				
- MUAC (1-5 jaar)	NB overschat PEM in het jonge kind en mist in oudere .			
>14 cm	normaal			
<12,5 cm	ernstige PEM			

Biochemische bepalingen

- Plasma eiwitten vb albumine, prealbumine
 - Plasma aminozuurconcentraties
 - Aminozuurmetabolieten in urine, stikstofbalans
- Geen differentiatie tss eiwitdeficiëntie en globaal voedseltekort!

Immunologische testen

- Bij ondervoeding daalt immunologische respons
 - Bepaling totaal aantal lymfocyten
 - Huidtesten → anergie (=afwezigheid van het reactievermogen)

Preventie en behandeling ondervoeding

Les 22 water

H₂O

Gemiddeld 60% van lichaam is water, afhankelijk van de leeftijd (baby>kind>volwassen>bejaard)

Functies lichaamswater

- Bouwsteen: Aanwezig in elke cel, verschillende weefsels en compartimenten, geeft zekere spanning aan cel
- Oplosmiddel bij vitale metabole reacties
- Essentieel element in hydrolytische reacties en oxidatieve metabolisme
- Transportmiddel → vloeistofstromen van/naar cellen
- bloedvolume constant houden
- thermoregulator: lichaamstemp stabiel houden
- glijmiddel: speeksel, mucus
- shock absorber: behoud vorm cellen

Waterbalans = waterhomeostase = steunt op 3 begrippen:

TBW vormt één eenheid

met verschillende compartimenten

en partikels in verschillende concentratie

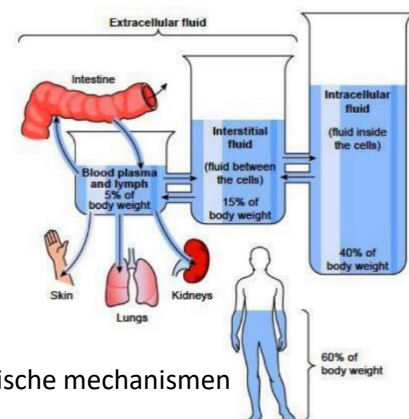
TBW van een gezonde volwassene = 60% van BW (73% van LBM) = water

- Afhankelijk van lichaamssamenstelling: FM < FFM • man > vrouw
- Afhankelijk van de leeftijd: kinderen > volwassenen → baby's > 70% van BW
- Daling water bij toenemende obesitas

Verdeling lichaamswater

Extracellulair fluid vs Intracellulair fluid

Man 70kg:	Liter	%
TBW	42	60
ICF	28	40
ECF	14	20
plasma	3	4
interstitieel	11	16



Extracellulair water:

Nood aan constante hoeveelheid en samenstelling voor celfuncties → Homeostatische mechanismen om samenstelling, osmotische druk, pH en temperatuur te regelen

Intracellulair water:

Evenwichtige samenstelling door actief en passief transport door de celmembranen

→ groot verschil in samenstelling van het ICF en ECF

ECF = Na, Cl → eiwitten in plasma, niet interstitieel

ICF = fosfaat, Mg, K, eiwitten

= hoofdzakelijk elektrolyten

≠ lichaamsvloeistoffen hebben vast elektrolytenpatroon

- Elektrochemische neutraliteit: hoeveelheid kationen = anionen
- Verdeling elektrolyten is verantwoordelijk voor waterverschuivingen en waterbalans
- Belang voor weefselfuncties

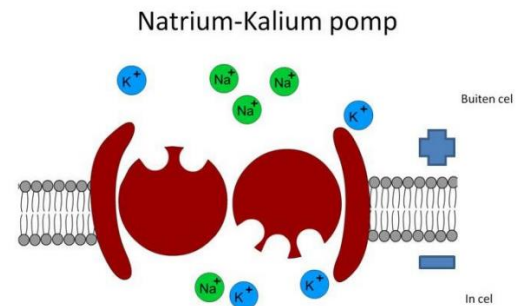
Grootste verschil tussen K – Na:

3 Na uit de cel → 2 K in de cel → door ATP

H₂O volgt gelijktijdig passief in/uit de cel

→ celmembranen zijn vrij doorgankelijk voor H₂O

→ Globale osmolariteit in 3 compartimenten = 290 mosm/kg H₂O



ECF: interstitieel vocht vs plasma

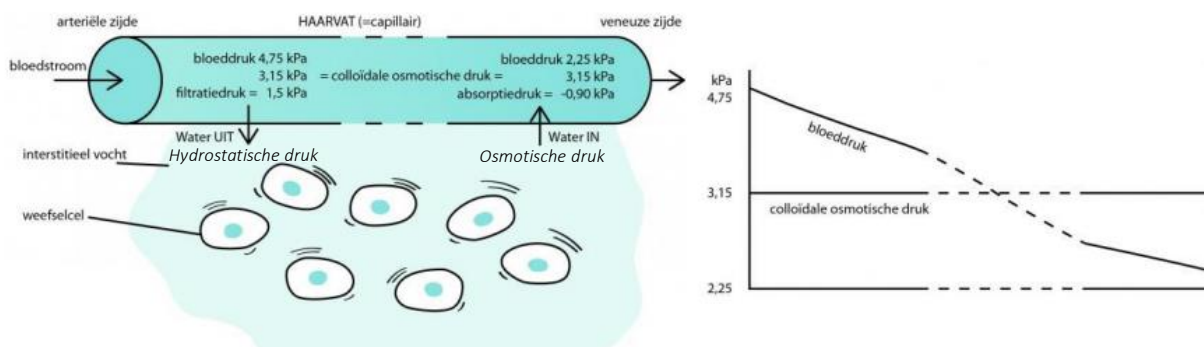
Interstitieel vocht

- Geringe verschillen met plasmawater
- Wel weinig negatief geladen eiwitten
- Ultrafiltraat van plasma

→ ontstaan van colloïdosmotische druk

= drukverschil dat tussen 2 eiwitoplossingen (binnen- en buiten het bloedvat) van verschillende concentraties, dat ontstaat ten gevolge van osmose

Enkel plasma bevat extracellulaire proteïnen → concentratieverschil met interstitieel vocht is verantwoordelijk voor colloïdosmotische druk van plasma



Interstitieel vocht → pathologie oedeem = onevenwicht: tijdelijk meer interstitieel vocht gevormd dan geresorbeerd

→ er wordt meer water uit het capillair gedreven

Input – output

In normale omstandigheden: inname = verlies

Inname = metabool water, drinken, eten

= totaal in rust: 2-3 liter

- **Drinken: water en ander vloeistof** → 85-90% H₂O

Gemiddelde inname = 1,5 L

Afhankelijk: - leeftijd - geslacht – klimaat – fysieke activiteit

- **Eten: grote variatie (tot 1 L)**
- **Productie in lichaam (endogeen/metabool water)**
 - oxidatie van macro's
 - 250 - 400 ml in rust

Verlies = spijsvertering, nieren, huid, ademhaling

= totaal in rust: 2-3 liter

- **Via de nieren**

Productie urine in 24u → 1-2 liter

Deels vereist: excretie van oplosbare afvalstoffen

Deels facultatief: afhankelijk van de inname

Pathologie: normaal = urine > plasma

urine = plasma → 2.4 liter verlies vereist

nieren zonder concentratievermogen → 10 liter verlies vereist

- **Via de huid: perspiratio insensibilis**

= onzichtbaar waterverlies → ± 350 ml / dag

Afhankelijk van: klimaat – temperatuur van de lucht - relatieve vochtigheid

Waterverlies huid stijgt als lichaamstemperatuur stijgt

In specifieke gevallen → zweetverlies

Invloed op ECF en ICF!

- **Via de ademhaling**

Evaporatie = ± 350 ml / dag

Afhankelijk van: klimaat – temperatuur van de lucht - relatieve vochtigheid

- **Via de spijsvertering**

In stoelgang 100 - 350 ml /dag

→ klein verlies omdat dagelijks volgende volledig worden heropgenomen:

1500 ml speeksel

1500 ml maagvocht

500 ml gal

700 ml pancreasvocht

3000 ml darmvocht

Pathologie: Abnormaal verlies bij diarree



(a) Consequences of dehydration. If more water than solutes is lost, cells shrink.



(b) Consequences of hypotonic hydration (water gain). If more water than solutes is gained, cells swell.

Regeling waterbalans

= in stand houden van [osmolare] ECF + ICF

Regeling van de vochtinname via het dorstmechanisme

Hormonale regeling van het waterverlies via de nieren

→ streven naar homeostase

Excretie vrij water via nieren

Grote inname → verdunde urine met veel vrij water ($\pm 50 \text{ mosm/kg H}_2\text{O}$)

Dorst → geconcentreerde urine zonder vrij water ($\pm 1200 \text{ mosm/kg H}_2\text{O}$)

Regeling door ADH om [zout] in ECF constant te houden

Dorst:

Inname wordt geregeld door 'dorst'

Ontstaan dorst:

$E > I$ → stijging osmotische druk ECF

Activatie van osmoreceptoren in hypothalamus

Secretie antidiuretisch hormoon (ADH)

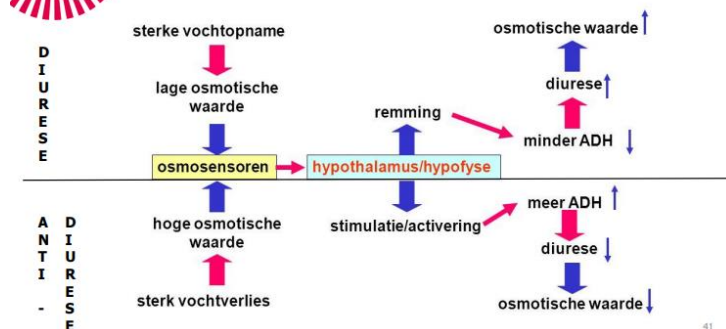
→ Donkerdere urine door ADH

→ Droge mond door waterverlies in cellen

Wanneer valt het dorstgevoel weg? → Inname > verlies
door: receptoren in de maag → Cellen nemen water op

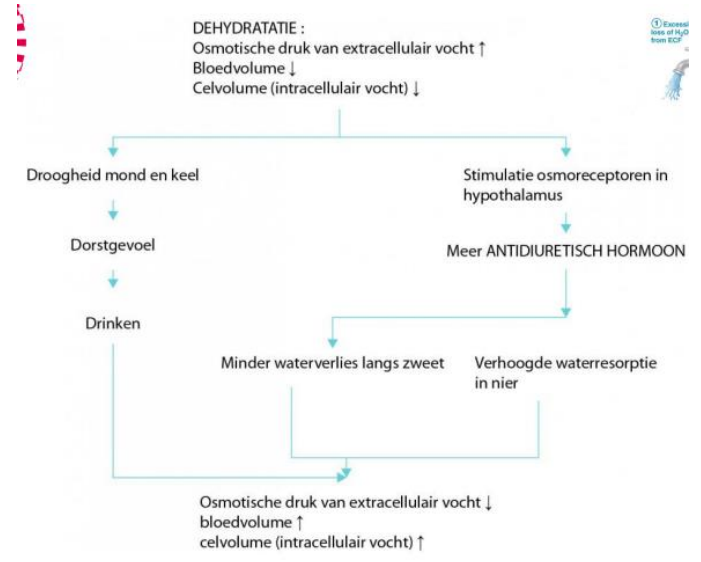
Gevolg: dorstprikkel valt weg (osmoreceptoren), ADH secretie stopt → verdunde urine

Relatie ADH en osmotische waarde



Hydratatie bepalen:

- Lichaamsgewicht
- TBW via diluatietechnieken
- BIA
- Plasma/serum osmolariteit
- Urine → kleur



Dehydratatie

Ontstaat door:

- te lage inname = primair
- te groot verlies = secundair
- combinatie van beide

Risicopopulatie:

Ouderen en kinderen

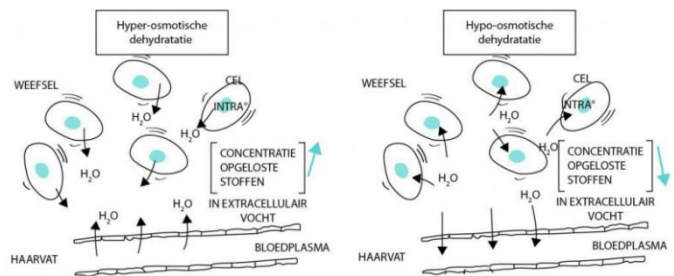
Risicosituaties:

Geen alertheid/bewustzijn
 Bij hittegolf
 Fysieke activiteit

Daling van TBW met 1-2% → geeft aanleiding tot verminderde cognitieve functies, alertheid en capaciteit om te bewegen

Soorten dehydratatie:

- Isotone dehydratatie: ↓zout = ↓water
- Hypertone dehydratatie: ↓zout < ↓water
- Hypotone dehydratatie: ↓zout > ↓water



Type	Aberration	Etiology
Isotonic Dehydration	<ul style="list-style-type: none"> Isotonic loss of water and salt from ECF Does not cause osmotic water shift from ICF 	<ul style="list-style-type: none"> Ascites Diuretic therapy Gastrointestinal fluid losses Aspiration of pleural effusion Inadequate fluid and salt intake
Hypertonic Dehydration	<ul style="list-style-type: none"> Water loss exceeds salt loss Osmotic shift of water from cells into ECF (plasma and interstitial) 	<ul style="list-style-type: none"> Vomiting Sweat loss Osmotic diuresis Osmotic diarrhea Inadequate water intake
Hypotonic Dehydration	<ul style="list-style-type: none"> More salt lost than water Osmotic shift of water from ECF (plasma and interstitial) into cells 	<ul style="list-style-type: none"> Sweat loss Gastrointestinal fluid losses Thiazide diuretics, especially in elderly Water replacement without adequate sodium and potassium replacement

Dehydratatie bij kinderen:

- Bij geboorte → 75% BW is water
- Gevoelig voor onevenwicht in waterbalans
 - Groter oppervlak tov BW
 - Beperkingen om 'dorst' aan te geven
 - Hoog metabolisme
 - Beperkte mogelijkheid nieren
- Opgepast bij: koorts – overgeven – diarree → inname tot 6 maand is 0,7L per dag

Dehydratatie bij ouderen:

Hoger risico door:

Verminderde inname → minder 'dorst', minder mobiel, slikproblemen, incontinentie
 Verhoogd verlies → slechtere werking van de nieren → diuretica = plaspillen

Dehydratie bij diabetes insipidus (nieren produceren meer urine, tekort aan ADH):

→ gekenmerkt door polyurie (veel plassen) + polydipsie (veel drinken)

Werking ADH valt weg (hypofyse) → nieren blijven verdunde urine uitscheiden tot 10L per dag

Behandeling dehydratie:

toedienen: vocht, suiker, zout, ORS preparaten

preventief drinken

Te veel water/waterintoxicatie:

= Zeldzaam

- Bij anurie (nieren maken heel weinig tot geen urine meer)
- Bij problemen met ADH die leiden tot geconcentreerde urine
- Bij extreem veel drinken
- Te kort aan zouten bij extreem zweten

Aanbeveling waterinname

Afhankelijk van: omgevingstemperatuur en vochtigheid + fysieke activiteit

Gemiddelde voor volwassenen = 1,5L