

Handboek voeding

Van basisconcepten tot metabolisme

Ann Meulemans (red.), Stefaan De Henauw, Erika Vanhauwaert, Vicky De
Preter, Christophe Matthys, Marleen Van Loo

Inhoud

Voorwoord	17
Dankwoord	18
1 Algemene begrippen	19
1.1 Inleiding	20
1.2 Definities en toepassingen	21
1.2.1 Voedingsstoffen of nutriënten	22
1.2.2 Non-nutriënten en bioactieve nutriënten	23
1.2.3 Xenobiotica en natuurlijk voorkomende toxines	23
1.2.4 Voedingswaarde van een voedingsmiddel	24
1.3 Biobeschikbaarheid	26
1.4 Voedingsbehoefte	27
1.4.1 Soorten voedingsaanbevelingen	28
1.4.2 Methoden ter bepaling van de voedingsaanbevelingen	32
1.5 Voedingsstatus of voedingstoestand	33
1.6 Literatuurlijst	34
2 Lichaamssamenstelling	35
2.1 Inleiding	36
2.2 Vijf niveaus van lichaamssamenstelling	37
2.2.1 Atomair niveau	37
2.2.2 Moleculair niveau	38
2.2.3 Cellulair niveau	39
2.2.4 Weefsel-systeemniveau	39
2.2.5 Lichaamsniveau	39
2.3 Compartimentenmodellen	40
2.4 Onderzoeksmethoden ter bepaling van de lichaamssamenstelling	41
2.4.1 Directe methoden	42
2.4.1.1 Chemische analyse	42
2.4.1.2 <i>In vivo</i> neutron activation analysis (IVNAA)	42
2.4.2 Indirecte methoden	43
2.4.2.1 Klassieke methoden	43
2.4.2.2 Methoden ontwikkeld voor geneeskundige diagnostiek	47
2.4.3 Dubbel indirecte methoden	49
2.4.3.1 Antropometrische beoordeling van de voedingstoestand	49
2.4.3.2 Antropometrie: meting van lichaamssamenstelling	54

2.4.3.3	Bio-elektrische-impedantieanalyse (BIA)	58
2.4.3.4	Analyse van urinaire metabolieten	59
2.5	Literatuurlijst	60
3	Energiemetabolisme	61
3.1	Inleiding	62
3.1.1	Definitie	62
3.1.2	Eigenschappen	62
3.2	Energie in de voeding	64
3.2.1	Het meten van de chemische energie in de voeding	64
3.2.2	Energiegehalte van de voeding	65
3.2.2.1	De brutoverbrandingsenergie van de nutriënten	65
3.2.2.2	De verteerbare energiewaarde van de nutriënten	66
3.2.2.3	De metaboliseerbare energiewaarde	66
3.2.2.4	Nuttige energie	67
3.3	Het energieverbruik van de mens	68
3.3.1	Het meten van het energieverbruik van de mens	68
3.3.1.1	Directe calorimetrie	68
3.3.1.2	Indirecte calorimetrie	70
3.3.2	Indeling van het energieverbruik van de mens	74
3.3.2.1	Het basaal en rustmetabolisme	74
3.3.2.2	Het thermogene effect van voeding: diet-induced thermogenesis (DIT)	76
3.3.2.3	Fysieke activiteit	77
3.3.2.4	Bepaling van de totale energiebehoefte	78
3.4	Energiebalans	79
3.4.1	Aanpassing van de energie-inname aan het -verbruik	80
3.4.1.1	Honger en verzadiging	80
3.4.2	Aanpassing van het energieverbruik aan de energie-inname	84
3.4.2.1	Energiekost van overeten	84
3.4.2.2	Biologische adaptatie	85
3.4.2.3	Sociale/gedragsadaptatie	85
3.4.2.4	Metabole adaptatie	85
3.4.2.5	Kostprijs van adaptatie	85
3.4.3	Energie-equivalentie van gewichtsverandering	86
3.4.3.1	Energie-equivalentie van groei	86
3.4.3.2	Energie-equivalentie van gewichtstoename	86
3.4.3.3	Energie-equivalentie van gewichtsverlies	86
3.4.3.4	Interpretatie gewichtsvariatie	87
3.5	Gezondheidsaspecten	87
3.5.1	Obesitas	87
3.5.1.1	Pathogenese	88
3.5.1.2	Gevolgen	88

3.5.1.3	Behandeling	89
3.5.2	Belang van lichaamsvet	89
3.5.3	Ondervoeding	90
3.5.3.1	Pathogenese	90
3.5.3.2	Gevolgen	91
3.5.3.3	Diagnose	91
3.5.3.4	Behandeling	91
3.6	Literatuurlijst	92
4	Koolhydraten en voedingsvezels	93
4.1	Inleiding	94
4.1.1	Definitie	94
4.1.2	Indeling en eigenschappen van koolhydraten	97
4.1.2.1	Monosachariden	97
4.1.2.2	Disachariden	99
4.1.2.3	Oligosachariden	102
4.1.2.4	Polysachariden	104
4.1.2.5	Suikeralcoholen of polyolen	107
4.2	Voorkomen van koolhydraten en voedingsvezels in de voeding	109
4.3	Fysiologie van koolhydraten en voedingsvezels	110
4.3.1	Vertering van suikers en verteerbaar zetmeel	110
4.3.2	Absorptie van suikers en verteerbaar zetmeel	112
4.3.2.1	Transportmechanismen	112
4.3.2.2	Onvolledige vertering/absorptie	113
4.3.3	Fermentatie van voedingsvezels en resistent zetmeel	113
4.3.4	Verder metabolisme, omzettingen en uitscheiding	114
4.4	Rol van koolhydraten in het lichaam	115
4.4.1	Fysiologische eigenschappen in het lichaam	115
4.4.1.1	Glycemie – glucosemetabolisme	115
4.4.1.2	Energiebron, antiketogeen en eiwitsparend	118
4.4.1.3	Koolhydraten als bestanddeel of bouwsteen	119
4.5	Gezondheidsaspecten van koolhydraten en voedingsvezels	120
4.5.1	Suikers versus kunstmatige zoetstoffen	120
4.5.2	Gezondheidsbevorderende effecten van prebiotische koolhydraten	121
4.5.3	Mondgezondheid	122
4.5.4	Diabetes	123
4.5.5	Lactose-intolerantie	123
4.5.6	FODMAP	124
4.5.7	Overgewicht en obesitas	124
4.6	Literatuurlijst	125

5	Lipiden	127
5.1	Inleiding	128
5.1.1	Definitie	128
5.1.2	Indeling en eigenschappen van lipiden	128
5.1.2.1	Glyceriden en vetzuren	129
5.1.2.2	Fosfolipiden	132
5.1.2.3	Sterolen	133
5.1.2.4	Andere bestanddelen van lipiden	134
5.2	Voorkomen van vetten in de voeding	135
5.3	Fysiologie van lipiden	137
5.3.1	Vertering van lipiden	137
5.3.2	Absorptie van lipiden	139
5.3.3	Transport van lipiden in het bloed: lipoproteïnen	141
5.3.4	Verder metabolisme, omzettingen en uitscheiding	146
5.3.4.1	Anabolisme, lipogenese en vetopslag	146
5.3.4.2	Katabolisme: oxidatie van vetzuren	146
5.3.4.3	Cholesterolsynthese en excretie	148
5.4	Rol van lipiden in het lichaam	149
5.4.1	Energieopslag	149
5.4.2	Beschermende rol	149
5.4.3	Structurele rol	149
5.4.4	Metabole rol: na mobilisatie uit vetweefsel en/of membranen	150
5.5	Gezondheidsaspecten van lipiden	151
5.5.1	Essentiële vetzuren	151
5.5.2	Invloed van voeding op lipiden- en lipoproteïnespiegels	153
5.5.2.1	VLDL	153
5.5.2.2	LDL	154
5.5.2.3	HDL	155
5.5.3	Gevolgen van te hoge inname van vetten of vetzuren	157
5.6	Literatuurlijst	158
6	Proteïnen	161
6.1	Inleiding	162
6.1.1	Definitie	162
6.1.1.1	Opbouw van proteïnen	162
6.1.1.2	De structuur van proteïnen	166
6.1.2	Indeling van aminozuren en proteïnen	167
6.1.2.1	Essentiële en niet-essentiële aminozuren	167
6.1.2.2	Indeling van proteïnen op basis van functie	168
6.1.2.3	Indeling van proteïnen op basis van herkomst	169
6.1.2.4	Indeling van proteïnen op basis van samenstelling	169
6.1.2.7	Andere	175
6.2	Voorkomen van proteïnen in de voeding	175

6.3	Fysiologie van proteïnen	177
6.3.1	Vertering van proteïnen	177
6.3.2	Absorptie van aminozuren en transport	180
6.3.3	Onvolledige vertering/absorptie: fermentatie van aminozuren en proteïnen	181
6.3.4	Verder metabolisme, omzettingen of uitscheiding	181
6.3.4.1	Synthese van lichaamsproteïnen voor groei en behoud van lichaamsweefsel	182
6.3.4.2	Degradatie van proteïnen	182
6.3.4.3	Gedwongen katabolisme	185
6.3.4.4	Andere wegen voor gebruik van aminozuur-N	185
6.3.4.5	Andere wegen	186
6.3.5	De stikstofbalans	186
6.4	Rol van proteïnen in het lichaam en in de voeding	188
6.4.1	Fysiologische eigenschappen in het lichaam	188
6.4.2	Rol van proteïnen in de voeding	189
6.4.2.1	Oplosbaarheid	189
6.4.2.2	Denaturatie	189
6.4.2.3	Enzymatische werking	190
6.4.2.4	Schuimvorming	190
6.5	Gezondheidsaspecten van proteïnen	191
6.5.1	Proteïneondervoeding	191
6.5.2	Proteïneovervoeding	191
6.5.3	Aangeboren stoornissen in het metabolisme van aminozuren	192
6.5.4	Proteïnen en allergie	192
6.6	Literatuurlijst	193
7	Water	195
7.1	Inleiding	196
7.2	Voorkomen van water in het menselijk lichaam	197
7.2.1	Totaal lichaamswater bij volwassenen	197
7.2.2	Totaal lichaamswater bij kinderen	197
7.2.3	De verschillende compartimenten van het lichaamswater	197
7.2.4	Samenstelling van de lichaamsvloeistoffen	198
7.3	Voorkomen van water in de voeding	202
7.4	Fysiologie van water – globale waterbalans	202
7.4.1	Verlies van water	202
7.4.2	Regeling van de waterbalans: homeostase van de osmolaire concentratie	204
7.5	Rol van water in het lichaam	205
7.6	Gezondheidsaspecten van water	205
7.6.1	Deficiëntie van lichaamswater	205
7.6.1.1	Soorten dehydratie	207

7.6.1.2	Risicogroepen voor dehydratatie	208
7.6.2	Exces lichaamswater	209
7.7	Literatuurlijst	210
8	Mineralen en sporenelementen	211
8.1	Inleiding	212
8.2	Calcium	213
8.2.1	Voorkomen van calcium	213
8.2.2	Balans en homeostatische controle van calcium	214
8.2.3	Functies van calcium	217
8.2.3.1	Structurele rol in het skelet en de tanden	217
8.2.3.2	Rol in het metabolisme	218
8.2.4	Gezondheidsaspecten van calcium	218
8.2.4.1	Deficiënties	218
8.2.4.2	Toxiciteit	219
8.3	Fosfor	220
8.3.1	Voorkomen van fosfor	220
8.3.2	Balans en homeostatische controle van fosfor	220
8.3.3	Functies van fosfor	221
8.3.3.1	Structurele rol in het skelet en de tanden	221
8.3.3.2	Rol in het metabolisme	221
8.3.4	Gezondheidsaspecten van fosfor	221
8.3.4.1	Deficiënties	222
8.3.4.2	Toxiciteit	222
8.4	Magnesium	223
8.4.1	Voorkomen van magnesium	223
8.4.2	Balans en homeostatische controle van magnesium	223
8.4.3	Functies van magnesium	224
8.4.3.1	Structurele rol in het skelet	224
8.4.3.2	Rol in het metabolisme	224
8.4.4	Gezondheidsaspecten van magnesium	225
8.4.4.1	Deficiënties	225
8.4.4.2	Toxiciteit	225
8.5	Natrium: zout en extracellulair vocht	226
8.5.1	Voorkomen van natrium	226
8.5.2	Balans en homeostatische controle van natrium	227
8.5.3	Functies van natrium	228
8.5.4	Gezondheidsaspecten van natrium	229
8.5.4.1	Deficiënties	229
8.5.4.2	Toxiciteit	230
8.6	Kalium	230
8.6.1	Voorkomen van kalium	231
8.6.2	Balans en homeostatische controle van kalium	231
8.6.3	Functies van kalium	232

8.6.4	Gezondheidsaspecten van kalium	233
8.6.4.1	Deficiënties	233
8.6.4.2	Toxiciteit	233
8.7	Chloor	234
8.7.1	Voorkomen van chloor	234
8.7.2	Balans en homeostatische controle van chloor	234
8.7.3	Functies van chloor	234
8.7.4	Gezondheidsaspecten van chloor	235
8.7.4.1	Deficiënties	235
8.7.4.2	Toxiciteit	235
8.8	Zwavel	235
8.8.1	Voorkomen van zwavel	235
8.8.2	Balans en homeostatische controle van zwavel	236
8.8.3	Functies van zwavel	236
8.8.4	Gezondheidsaspecten van zwavel	236
8.9	Ijzer	237
8.9.1	Voorkomen van ijzer	237
8.9.2	Balans en homeostatische controle van ijzer	238
8.9.3	Functies van ijzer	242
8.9.4	Gezondheidsaspecten van ijzer	242
8.9.4.1	Deficiëntie	242
8.9.4.2	Toxiciteit	243
8.10	Zink	244
8.10.1	Voorkomen van zink	244
8.10.2	Balans en homeostatische controle van zink	244
8.10.3	Functies van zink	246
8.10.4	Gezondheidsaspecten van zink	246
8.10.4.1	Deficiëntie	246
8.10.4.2	Toxiciteit	247
8.11	Koper	248
8.11.1	Voorkomen van koper	248
8.11.2	Balans en homeostatische controle van koper	248
8.11.3	Functies van koper	249
8.11.4	Gezondheidsaspecten van koper	249
8.11.4.1	Deficiëntie	249
8.11.4.2	Toxiciteit	250
8.12	Jodium	250
8.12.1	Voorkomen van jodium	251
8.12.2	Balans en homeostatische controle van jodium	251
8.12.3	Functies van jodium	252
8.12.4	Gezondheidsaspecten van jodium	252
8.12.4.1	Iodine Deficiency Disorders (IDD)	252
8.12.4.2	Toxiciteit	254

8.13	Selenium	255
8.13.1	Voorkomen van selenium	255
8.13.2	Balans en homeostatische controle van selenium	255
8.13.3	Functies van selenium	256
8.13.4	Gezondheidsaspecten van selenium	256
8.13.4.1	Deficiëntie	256
8.13.4.2	Toxiciteit	257
8.14	Mangaan	257
8.14.1	Voorkomen van mangaan	258
8.14.2	Balans en homeostatische controle van mangaan	258
8.14.3	Functies van mangaan	258
8.14.4	Gezondheidsaspecten van mangaan	258
8.15	Molybdeen	259
8.15.1	Voorkomen van molybdeen	259
8.15.2	Balans en homeostatische controle van molybdeen	259
8.15.3	Functies van molybdeen	260
8.15.4	Gezondheidsaspecten van molybdeen	260
8.16	Chroom	261
8.16.1	Voorkomen van chroom	261
8.16.2	Balans en homeostatische controle van chroom	261
8.16.3	Functies van chroom	262
8.16.4	Gezondheidsaspecten van chroom	262
8.17	Andere oligo-elementen	262
8.18	Literatuurlijst	263
9	Vitamines	265
9.1	Inleiding	266
9.1.1	Definitie	266
9.1.2	Indeling en nomenclatuur	266
9.2	Vitamine A	269
9.2.1	Inleiding	269
9.2.2	Voorkomen van vitamine A	270
9.2.3	Balans en homeostatische controle van vitamine A	271
9.2.4	Functies van vitamine A	273
9.2.4.1	Functie in het gezichtsvermogen	273
9.2.4.2	Functie in cellulaire differentiatie	274
9.2.4.3	Rol in reproductie, embryogenese en groei	274
9.2.4.4	Functie in het immuunstelsel	274
9.2.4.5	Antioxiderende eigenschap van carotenoïden	274
9.2.5	Gezondheidsaspecten vitamine A	275
9.2.5.1	Gevolgen van deficiënties	275
9.2.5.2	Toxiciteit	276
9.3	Vitamine D	277
9.3.1	Inleiding	277

9.3.2	Voorkomen van vitamine D	277
9.3.3	Balans en homeostatische controle van vitamine D	278
9.3.4	Functies van vitamine D	279
9.3.4.1	Rol in mineraalmetabolisme en bot	279
9.3.4.2	Functie in elementaire celprocessen	280
9.3.5	Gezondheidsaspecten vitamine D	280
9.4	Vitamine E	281
9.4.1	Inleiding	281
9.4.2	Voorkomen van vitamine E	282
9.4.3	Balans en homeostatische controle van vitamine E	282
9.4.4	Functies van vitamine E	283
9.4.5	Gezondheidsaspecten vitamine E	284
9.5	Vitamine K	284
9.5.1	Inleiding	284
9.5.2	Voorkomen van vitamine K	285
9.5.3	Balans en homeostatische controle van vitamine K	285
9.5.4	Functies van vitamine K	286
9.5.5	Gezondheidsaspecten vitamine K	286
9.6	Vitamine C	287
9.6.1	Inleiding	287
9.6.2	Bronnen van vitamine C	287
9.6.3	Balans en homeostatische controle van vitamine C	288
9.6.4	Functies van vitamine C	288
9.6.5	Gezondheidsaspecten vitamine C	290
9.7	Vitamine B ₁ (thiamine)	290
9.7.1	Inleiding	290
9.7.2	Bronnen van vitamine B ₁	291
9.7.3	Balans en homeostatische controle van vitamine B ₁	291
9.7.4	Functies van vitamine B ₁	291
9.7.5	Gezondheidsaspecten vitamine B ₁	292
9.8	Vitamine B ₂ (riboflavine)	293
9.8.1	Inleiding	293
9.8.2	Bronnen van vitamine B ₂	293
9.8.3	Balans en homeostatische controle van vitamine B ₂	293
9.8.4	Functies van vitamine B ₂	294
9.8.5	Gezondheidsaspecten vitamine B ₂	294
9.9	Vitamine B ₃ (niacine)	295
9.9.1	Inleiding	295
9.9.2	Bronnen van vitamine B ₃	295
9.9.3	Balans en homeostatische controle van vitamine B ₃	295
9.9.4	Functies van vitamine B ₃	296
9.9.5	Gezondheidsaspecten vitamine B ₃	296

9.10	Pantotheenzuur (vitamine B ₅)	297
9.10.1	Inleiding	297
9.10.2	Bronnen van pantotheenzuur	297
9.10.3	Balans en homeostatische controle van pantotheenzuur	297
9.10.4	Functies van pantotheenzuur	298
9.10.5	Gezondheidsaspecten pantotheenzuur	298
9.11	Pyridoxinezuur (vitamine B ₆)	299
9.11.1	Inleiding	299
9.11.2	Bronnen van vitamine B ₆	300
9.11.3	Balans en homeostatische controle van vitamine B ₆	300
9.11.4	Functies van vitamine B ₆	301
9.11.5	Gezondheidsaspecten vitamine B ₆	301
9.12	Biotine	302
9.12.1	Inleiding	302
9.12.2	Bronnen van biotine	303
9.12.3	Balans en homeostatische controle van biotine	303
9.12.4	Functies van biotine	303
9.12.5	Gezondheidsaspecten biotine	304
9.13	Foliumzuur	304
9.13.1	Inleiding	304
9.13.2	Bronnen van foliumzuur	305
9.13.3	Balans en homeostatische controle van foliumzuur	305
9.13.4	Functies van foliumzuur	306
9.13.5	Gezondheidsaspecten foliumzuur	306
9.14	Vitamine B ₁₂	307
9.14.1	Inleiding	307
9.14.2	Bronnen van vitamine B ₁₂	308
9.14.3	Balans en homeostatische controle van vitamine B ₁₂	308
9.14.4	Functies van vitamine B ₁₂	309
9.14.5	Gezondheidsaspecten vitamine B ₁₂	310
9.15	Literatuurlijst	311
10	Alcohol	313
10.1	Inleiding	314
10.2	Voorkomen van alcohol in de voeding	314
10.3	Fysiologie van alcohol	315
10.3.1	Absorptie van alcohol	315
10.3.2	Metabolisatie, omzettingen en uitscheiding van alcohol	315
10.3.3	Bloedalcoholconcentratie	317
10.4	Gezondheidsaspecten van alcohol	318
10.4.1	Problemen bij excessief alcoholgebruik	318
10.4.1.1	Alcoholintoxicatie	318
10.4.1.2	Alcoholisme	319

10.4.1.3 Medische problemen	319
10.4.1.4 Geassocieerde voedingsproblemen	319
10.4.2 Mogelijke voordelen van lichte tot matige alcoholconsumptie	320
10.5 Literatuurlijst	321
11 Bioactieve stoffen	323
11.1 Inleiding	324
11.2 Historiek	325
11.3 Bioactieve stoffen van plantaardige oorsprong – fytochemicaliën of fytonutriënten	326
11.3.1 Polyfenolen	328
11.3.1.1 Flavonoiden	328
11.3.1.2 Fenolzuren	329
11.3.1.3 Lignanen	329
11.3.2 Carotenoïden	330
11.3.2.1 Pro-vitamine A carotenoïden	330
11.3.2.2 Lycoppeen, luteïne en zeaxanthine	330
11.3.3 Fytosterolen	331
11.3.4 Organische zwavelverbindingen	331
11.3.5 Fyto-oestrogenen	332
11.4 Literatuurlijst	332
12 Microbiota	333
12.1 Inleiding	334
12.2 Samenstelling	334
12.3 Evolutie	337
12.4 Microbiota en gezondheid	337
12.4.1 Immunomodulatie	337
12.4.2 Bescherming	338
12.4.3 Voeding en metabolisme	338
12.5 Microbiota bij ziekte	339
12.6 Literatuurlijst	340
Index	341