# Need for NEAT

**Preventiebeleid op basis van 'non-exercise activity thermogenesis' tegen ontwikkeling van pre-diabetes bij kinderen in aandachtswijken**

**Iris Dijkstra**
S1900528

**Master Biomedical Sciences**

Afstudeerrichting Science Business & Policy
Faculteit Wiskunde & Natuurwetenschappen
Rijksuniversiteit Groningen

**Onderzoeksstage Gemeente Groningen**

Directie Maatschappelijke Ontwikkeling
Lokaal Gezondheidsbeleid
Jongeren Op Gezond Gewicht

**Begeleiding**

| | |
|---|---|
| Studie SBP | Drs. Saskia Grooters |
| Stagelocatie | Drs. Els Bruinewoud |
| Bèta-wetenschappelijk | Prof. Dr. Anton Scheurink |


17/07/15

**Disclaimer**

Dit rapport is geschreven in het kader van een onderwijsprogramma aan de Rijksuniversiteit Groningen, Nederland, Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen, Science Business & Policy (SBP) Curriculum. Er kunnen geen rechten worden ontleend op basis van dit rapport. Citaten zijn alleen mogelijk met expliciete verwijzing naar de status van het rapport als het resultaat van een 25 weken durend educatief project.

# Voorwoord

Voor u ligt een adviesrapport dat geschreven is in een multidisciplinaire context. In opdracht van de gemeente Groningen en met specifieke stage-eisen van de Rijksuniversiteit Groningen, is dit rapport tot stand gekomen. Op individueel niveau is deze tegenstelling soms een worsteling geweest. Een worsteling tussen wetenschap en bestuurskunde, tussen technisch en ambtelijk schrijven, tussen theorie en praktijk, tussen zou-moeten en zou-kunnen. Ten langen leste, is dit rapport geschreven voor u, beleidsmedewerker of intermediair in de wijk, snelle of geïnteresseerde lezer. Want u bent de schakel om het kind in zijn of haar directe omgeving te bereiken. Met behulp van een begrijpelijk biomedisch denkkader en concrete implementatievoorbeelden is dit advies voor u tot stand gekomen. Tip: lees dit rapport staand!

In het proces om de onderzoeksstage uit te voeren en dit adviesrapport te schrijven, moeten enkele personen in het bijzonder worden bedankt:

Saskia Grooters, een stagebegeleidster die naast focus op inhoud en richting, met name aandacht en tijd heeft voor persoonlijke ontwikkeling, reflectie en mentale gesteldheid. Haar inzichten over het belang van afbakenen en concrete implementatie waren enorm verhelderend en hebben het rapport krachtiger gemaakt. Op individueel niveau is Saskia verantwoordelijk voor veel geruststelling, door te benadrukken dat je je eigen grenzen moet leren kennen en ook moet respecteren.

Els Bruinewoud, die open stond en enthousiast was om samen al discussiërend tot een concrete onderzoeksopdracht te komen die aansloot bij de wensen van de gemeente Groningen en de SBP-studie. Haar wekelijkse begeleiding, kritische houding, ervaring en netwerk hebben mij enorm op weg geholpen om mijn onderzoeksstage richting en invulling te geven. Haar wetenschappelijke belangstelling en onderzoekende houding gaven mij de ruimte om met een andere invalshoek naar het huidige beleid te kijken.

Marjolijn de Wijk, die na het eerste telefoontje meteen met een uitnodiging kwam om bij de JOGG-ondertekening aanwezig te zijn. Een mooie kans om meer mensen, waaronder Els, te kunnen ontmoeten in het belang van mijn toekomstige stage. Ook tijdens de stage hebben haar uitnodigingen voor vele bijeenkomsten, vergaderingen en brainstormsessies enorm geholpen om met mensen in contact te komen en bepaalde ideeën te ontwikkelen.

Anton Scheurink, een bèta-wetenschappelijk begeleider die tijd vrij maakte om te discussiëren over mogelijke onderwerpen en richting gaf voor structuur in het rapport. Met een kritische houding had hij naast opbouwende feedback op bèta-inhoudelijk vlak, ook oog voor schrijfstijl en opbouw om een goede vertaalslag te maken tussen de wetenschap en de gemeente.

Ten slotte Annemiek Stoel, voor haar doortastendheid bij de zoektocht naar een stageplek die aansloot bij mijn persoonlijke competenties en wensen. Zij was het extra zetje door te benadrukken wat je kan, wat je wil en hoe je daar kan komen.

Mocht u naar aanleiding van dit adviesrapport vragen en/of interesse hebben, neemt u dan gerust contact op via i.dijkstra.1@student.rug.nl.

Iris Dijkstra
Groningen, juli 2015

# Samenvatting

De gemeente Groningen heeft als overheidsorganisatie de ambitie om de maatschappelijke participatie te bevorderen. Dit begint bij het veilig en gezond opgroeien van kinderen, zodat iedereen de kans krijgt om zich te ontwikkelen. De prevalentie van overgewicht en obesitas neemt de laatste decennia flink toe, waarbij een positief verband wordt gezien tussen overgewicht en een lage sociaaleconomische status (SES).

Overgewicht en obesitas heeft een negatief en sluipend effect op de gezondheid vanwege onderliggende metabole veranderingen die niet direct zichtbaar hoeven te zijn. Een continu positieve energiebalans leidt tot een pre-diabetische staat en vergroot het risico op de ontwikkeling van type 2 diabetes mellitus (T2DM), hart- en vaatziekten en andere fysieke en psychische aandoeningen zoals kanker, depressie of dementie. Om hoge zorgkosten, arbeidsongeschiktheid en afgenomen maatschappelijke participatie in de toekomst te voorkomen, focust de gemeente Groningen op collectieve preventie op de lange termijn.

Veel initiatieven in de gemeente om een gezonde leefstijl bij kinderen te stimuleren bestaan al. Voeding en/of sport staan hierbij vaak centraal en deze middelen en initiatieven moeten ook zeker ondersteund blijven worden. Echter, wordt steeds meer duidelijk dat fysieke activiteit meer is dan alleen maar sport. De stimulatie van gewone, dagelijkse, onbewuste beweging van alle soorten intensiteit is een belangrijke aanvulling bij overgewichtspreventie. Alle sport is mooi meegenomen, maar de preventie van inactiviteit en een zittende leefstijl is het grootste onderdeel om het dagelijkse energieverbruik van een dikker wordend kind te vergroten. In de wetenschap wordt deze activiteit met een mooi woord omschreven als 'non-exercise activity thermogenesis' (NEAT). NEAT is voor de gemeente Groningen een nieuwe kans om het huidige preventiebeleid tegen ontwikkeling van pre-diabetes bij kinderen in aandachtswijken effectiever te maken.

Om de voor de gemeente moeilijk te bereiken doelgroep, kind en gezin in de aandachtswijk, toch te bereiken wordt geadviseerd om de intermediairs in de naaste omgeving als schakelfunctie voor te lichten en te enthousiasmeren over een vanzelfsprekende actieve leefstijl gebaseerd op NEAT. Daarbij moet de directe fysieke omgeving daarvoor faciliterend zijn. Op deze manier leert het kind bijvoorbeeld via school, opvang, club, sport, wijkverpleging, consultatiebureau en/of Centrum voor Jeugd en Gezin (CJG) dat de hele dag door actief zijn heel leuk, makkelijk en gratis is.

# Inhoudsopgave


Voorwoord ... 3
Samenvatting ... 4
Afkortingenlijst ... 8
1 Inleiding ... 9
1.1 Science Business & Policy kader ... 9
*1.1.1 Opleiding Biomedical Sciences* ... 9
*1.1.2 Multidisciplinaire begeleiding* ... 9
1.2 Noodzaak pre-diabetes bij kinderen voorkomen ... 9
1.3 Gezondheid als middel voor maatschappelijke participatie ... 10
1.4 Behoefte aan wetenschappelijke onderbouwingen ... 12
1.5 Focus op preventie en gezonde leefstijl aangevuld met NEAT ... 13
*1.5.1 Groningen investeert reeds in belang van gezonde leefstijl* ... 13
*1.5.2 Naast voeding en sport is NEAT nieuwe kans voor preventiebeleid* ... 14
1.6 Leeswijzer ... 16
2. Kennis van onderliggende mechanismen is de grondslag ... 17
2.1 Introductie ... 17
2.2 Energiebalans in gevaar ... 17
*2.2.1 Sprake van energiebalans in het menselijk lichaam* ... 17
*2.2.2 Overgewicht als gevolg van positieve energiebalans* ... 18
*2.2.3 Evolutionair voordeel en huidige omgevingsfactoren zijn gevaarlijke combi* ... 18
2.3 Cascade van metabole stoornissen door continu verstoorde energiebalans ... 19
*2.3.1 Metabole stoornissen leiden tot obesitas* ... 20
*2.3.2 Metabole stoornissen leiden tot T2DM en hart- en vaatziekten* ... 20
*2.3.3 Metabole stoornissen leiden tot veel fysieke en psychische aandoeningen* ... 20
2.4 Epidemische toename van overgewicht vraagt om preventie op jonge leeftijd ... 22
*2.4.1 Toename zorgkosten en afname arbeidsgeschiktheid en maatschappelijke participatie* 23
*2.4.2 Gezondheidswinst boeken met voorkomen pre-diabetesontwikkeling bij kinderen* ... 23
2.5 Conclusie: kennis van onderliggende mechanismen is de grondslag ... 24
3. Individuele verschillen bepalen risico op pre-diabetes ... 25
3.1 Introductie ... 25
3.2 Individuele factoren bepalend voor metabole processen en energieverbruik ... 25
*3.2.1 Meer spiermassa, meer energieverbruik* ... 25
*3.2.2 Mannen verbruiken meer energie dan vrouwen* ... 25
*3.2.3 Hogere leeftijd, minder energieverbruik* ... 26
*3.2.4 Minder actief, minder energieverbruik* ... 26
*3.2.5 Meer energieverbruik na eten van een maaltijd* ... 26

*3.2.6 Hormoonlevels bepalend voor energieverbruik* ..... 26
*3.2.7 Genetische aanleg voor efficiëntie energieverbruik* ..... 26
*3.2.8 BMI niet alleszeggend door individuele metabole verschillen* ..... 27
3.3 Vroeg-signalering en stimulerende omgeving nodig bij risicogroepen ..... 27
*3.3.1 Genetische aanleg vergroot risico op ontwikkeling metabole stoornissen* ..... 27
*3.3.2 Meer vroeg-signalering bij kinderen met een genetische aanleg* ..... 28
*3.3.3 Invloed op sociale en fysieke omgeving kwetsbare individuen* ..... 29
3.4 Conclusie: Individuele verschillen bepalen risico op pre-diabetes ..... 30
4. Nieuwe kansen preventie pre-diabetes op basis van NEAT ..... 31
4.1 Introductie ..... 31
4.2 Zitten is het nieuwe roken ..... 31
*4.2.1 Sedentaire en inactieve leefstijl verlaagt het dagelijkse energieverbruik* ..... 31
*4.2.2 Zitten is dodelijk* ..... 33
*4.2.3 Regelmatige licht intensieve activiteit compenseert nadelige effecten zitten* ..... 33
4.3 NEAT is grootste onderdeel om dagelijks energieverbruik te vergroten ..... 34
*4.3.1 Energieverbruik is onder te verdelen in drie componenten* ..... 34
*4.3.2 Lichaamsactiviteit is onderverdeeld in EAT en NEAT* ..... 35
*4.3.3 De dagelijkse, onbewuste beweging gebaseerd op NEAT moet vanzelfsprekend zijn* ..... 36
4.4 Conclusie: Nieuwe kansen preventie pre-diabetes op basis van NEAT ..... 37
5. Vanzelfsprekendheid NEAT sluit aan bij aandachtswijken ..... 38
5.1 Introductie ..... 38
5.2 Waarden gemak en conform vragen om vanzelfsprekendheid ..... 38
*5.2.1 Benaderingsstrategie moet aansluiten bij sociaal milieu* ..... 40
*5.2.2 Inwoners aandachtswijken gekarakteriseerd als gemaksgeoriënteerden* ..... 41
*5.2.3 Meeste gezondheidswinst bij moderne burgerij te behalen* ..... 41
5.3 Gemeente Groningen kan sociale en fysieke leefomgeving van kind bereiken ..... 42
*5.3.1 Intermediair in de wijk is de schakel tussen gemeente en kind* ..... 43
*5.3.2 Uitdagende infrastructuur en wijkindeling faciliteren* ..... 45
*5.3.3 Preventiebeleid sterker door regelgeving en inbedding gezondheidsleerlijn* ..... 46
5.4 Conclusie: Vanzelfsprekendheid NEAT sluit aan bij aandachtswijken ..... 46
6 Advies: Need for NEAT ..... 47
6.1 Introductie ..... 47
6.2 Kennis van onderliggende mechanismen is de grondslag ..... 47
6.3 Individuele verschillen bepalen risico op pre-diabetes ..... 47
6.4 Nieuwe kansen preventie pre-diabetes op basis van NEAT ..... 48
6.5 Vanzelfsprekendheid NEAT sluit aan bij aandachtswijken ..... 48
Referenties ..... 49
Bijlage 1: Beleidscyclus ..... 54
1.1 Toename pre-diabetesprevalentie is ongetemd, politiek-sociaal probleem ..... 54

1.2 Agendering: SGIS en JOGG in Groningen ..... 54
1.3 Probleemanalyse: SEGV en toename overgewichtsprevalentie ..... 54
1.4 Ontwerp: interventie gebaseerd op NEAT ..... 55
1.5 Beleidsbepaling: investeren aan de 'voorkant' ..... 55
1.6 Uitvoering: benaderingsoptie en implementatie voor doelgroep ..... 55
1.7 Evaluatie: gezonde leefstijl gestimuleerd door sociale en fysieke omgeving ..... 55
Bijlage 2: Stromenmodel ..... 57
2.1 De probleemstroom: erkenning SEGV ..... 57
2.2 De beleidsstroom: ervaring JOGG-gemeenten ..... 57
2.3 De politieke stroom: focus op preventie door decentralisaties ..... 57
2.4 Samenkomst stromen: vraag naar effectiever preventiebeleid ..... 57
Bijlage 3: Verdieping fysiologische mechanismen ..... 59
3.1 Introductie ..... 59
3.2 Gezondheid is fysiek, mentaal en sociaal welzijn ..... 59
*3.2.1 Gezondheid bepaald door vermogen om eigen regie te voeren* ..... 59
*3.2.2 Gezondheid draagt bij aan ontwikkeling en schoolprestaties van kinderen* ..... 60
3.3 Arbeidsprocessen draaien op energie ..... 60
*3.3.1 Energie noodzakelijk voor transport* ..... 61
*3.3.2 Energie noodzakelijk voor mechanische arbeid* ..... 61
*3.3.3 Energie noodzakelijk voor chemische arbeid* ..... 61
3.4 Metabolisme: balans van opbouw en afbraak van moleculen ..... 61
*3.4.1 Metabole processen in homeostase door endocrien systeem* ..... 62
*3.4.2 Hormoonratio insuline-glucagon bepaalt glucosemetabolisme* ..... 63
3.5 Meerdere stimuli voor insuline-afgifte ..... 63
*3.5.1 Insuline-afgifte als respons op glucoseconcentratie* ..... 63
*3.5.2 Insuline-afgifte als respons op aminozurenconcentratie* ..... 64
*3.5.3 Insuline-afgifte als respons op GI-hormoonconcentratie* ..... 65
*3.5.4 Insuline-afgifte als respons op parasympatische input* ..... 65
*3.5.5 Negatieve feedback voor insuline-afgifte na afname stimili* ..... 66
3.6 Glucosetransport mogelijk door synthese GLUT4-eiwit ..... 66
*3.6.1 Zonder insuline geen glucosetransport naar vet- en rustende skeletspiercellen* ..... 67
*3.6.2 Zonder insuline wel glucosetransport naar gecontraheerde skeletspiercellen* ..... 68
3.7 Metabole veranderingen leiden tot chronische stoornissen ..... 68
*3.7.1 DM wordt onderverdeeld in twee type aandoeningen* ..... 68
*3.7.2 T1DM gekarakteriseerd door afname insuline-afgifte* ..... 69
*3.7.3 T2DM gekarakteriseerd door insuline-resistentie* ..... 69
*3.7.4 Metabole stoornissen en hart- en vaataandoeningen leiden tot metabool syndroom* ..... 70
*3.7.5 Onderbreken van zitten verhindert ontwikkeling metabole stoornissen* ..... 71
Bijlage 4: Poster 'Schijf van vijf voor een actief lijf' ..... 72

# Afkortingenlijst

| | | *eerste beschrijving* |
|---|---|---|
| ATP | adenosinetrifosfaat | *(p. 61)* |
| BMI | body mass index | *(p. 18)* |
| BMR | basal metabolic rate | *(p. 25)* |
| $Ca^{2+}$ | calciumionen | *(p. 64)* |
| CCK | cholecystokinine | *(p. 65)* |
| CJG | Centrum voor Jeugd en Gezin | *(p. 16)* |
| DM | diabetes mellitus | *(p. 27)* |
| DMO | Directie Maatschappelijke Ontwikkeling | *(p. 10)* |
| EAT | exercise activity thermogenesis | *(p. 36)* |
| EPODE | Ensemble Prévenons l'Obésité Des Enfants | *(p. 13)* |
| GGD | gemeentelijke gezondheidsdienst | *(p. 13)* |
| GI | gastro-intestinale | *(p. 65)* |
| GIDS | Gezond In De Stad | *(p. 54)* |
| GIP | gastric inhibitory peptide | *(p. 65)* |
| GLP-1 | glucagon-like peptide-1 | *(p. 65)* |
| GLUT2 | glucosetransporter type 2 | *(p. 63)* |
| GLUT4 | glucosetransporter type 4 | *(p. 67)* |
| HDL-C | high-density-lipoproteïne-gebonden cholesterol | *(p. 70)* |
| IGF-1 | insulin-like growth factor 1 | *(p. 20)* |
| IRS | insuline-receptorsubstraat | *(p. 67)* |
| JOGG | Jongeren Op Gezond Gewicht | *(p. 13)* |
| $K^+$ | kaliumionen | *(p. 64)* |
| LPL | lipoproteïnelipase | *(p. 71)* |
| METs | metabolic equivalents | *(p. 31)* |
| MR | metabolic rate | *(p. 25)* |
| NEAT | non-exercise activity thermogenesis | *(p. 14)* |
| NPP | Nationaal Programma Preventie | *(p. 54)* |
| RIVM | Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu | *(p. 68)* |
| SBP | Science Business & Policy | *(p. 9)* |
| SCP | Sociaal en Cultureel Planbureau | *(p. 54)* |
| SEGV | sociaaleconomische gezondheidsverschillen | *(p. 12)* |
| SES | sociaaleconomische status | *(p. 12)* |
| SGIS | Samen Gezond In Stad | *(p. 54)* |
| SOdieBBOFTT | Slaap, Opvoeding, Borstvoeding, Bewegen/Buiten spelen, Ontbijten, Frisdrank/Fruit, TV, Tussendoortjes | *(p. 13)* |
| T1DM | type 1 diabetes mellitus | *(p. 69)* |
| T2DM | type 2 diabetes mellitus | *(p. 9)* |
| TNO | Nederlandse Organisatie Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek | *(p. 33)* |
| VLDL | very-low-density-lipoproteïnen | *(p. 70)* |
| WHO | World Health Organization | *(p. 18)* |
| WMO | Wet Maatschappelijke Ondersteuning | *(p. 12)* |

# 1 Inleiding

## 1.1 Science Business & Policy kader

### *1.1.1 Opleiding Biomedical Sciences*

Deze onderzoeksstage is geformuleerd binnen het kader van de afstudeerrichting Science Business & Policy (SBP) van de masteropleiding Biomedical Sciences aan de Rijksuniversiteit Groningen. De doelstelling van de onderzoeksstage is het integreren van bestuurskundige aspecten met bèta-inhoudelijke vakkennis, waarbij het streven 40% natuurwetenschappelijk en 60% beleidsmatig is. Het eindproduct zal bestaan uit dit adviesrapport. Als onderdeel van de stage werkt de stagiaire aan voorbereiding op daadwerkelijke implementatie. De stage vindt plaats in de periode 19/01/2015 tot en met 17/07/2015 en duurt exact 25 weken, inclusief een bijeenkomstweek op de faculteit van 30/03/2015 tot 03/04/2015.

### *1.1.2 Multidisciplinaire begeleiding*

| Naam | Instituut | Functie | Rol in begeleiding |
|---|---|---|---|
| Drs. Els Bruinewoud | Gemeente Groningen, Directie Maatschappelijke ontwikkeling | Beleidsmedewerker Lokaal Gezondheidsbeleid | Stagebegeleider op locatie |
| Drs. Marjolijn de Wijk | Gemeente Groningen, Directie Maatschappelijke ontwikkeling | JOGG programmamanager | Tweede informele contactpersoon op stage |
| Prof. Dr. Anton Scheurink | Rijksuniversiteit Groningen, Centre for Behavior & Neurosciences | Hoogleraar Neuro-endocrinologie | Bèta-docent / wetenschappelijk begeleider |
| Drs. Saskia Grooters | Rijksuniversiteit Groningen, SBP | Docent SBP | Studiebegeleider |

## 1.2 Noodzaak pre-diabetes bij kinderen voorkomen

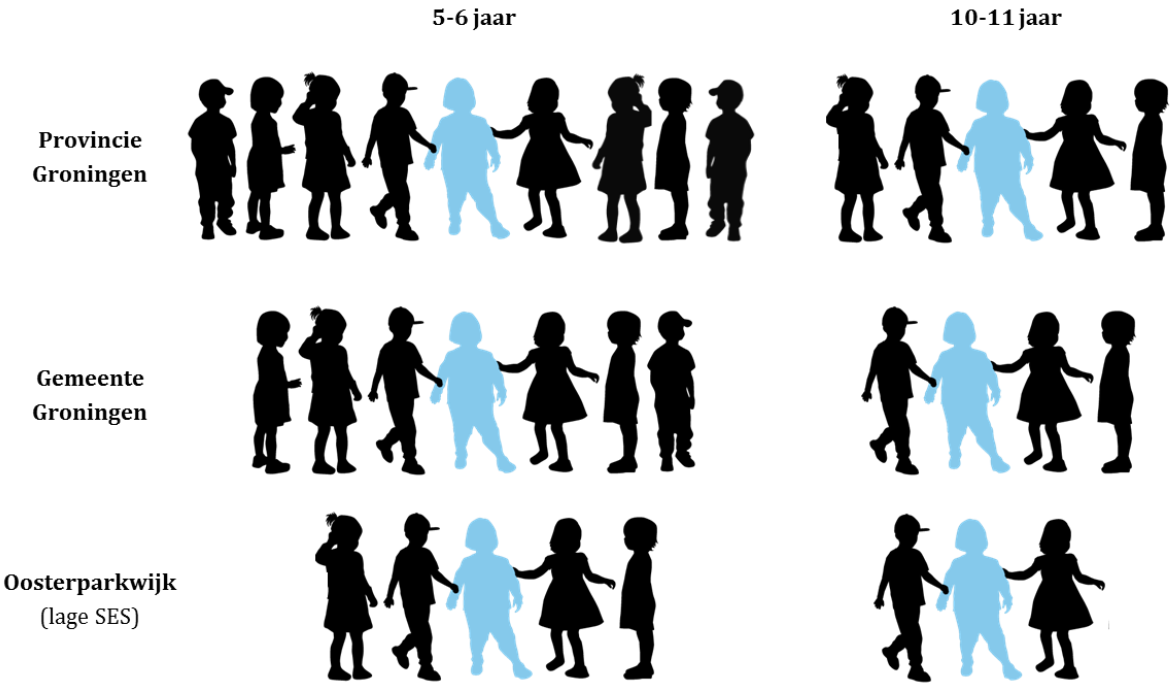
Deze onderzoeksstage richt zich op het probleem van de toenemende prevalentie van overgewicht en obesitas bij kinderen in de gemeente Groningen. Volgens de laatste metingen in 2013 heeft in de gemeente Groningen gemiddeld bijna 1 op de 7 vijf-tot-zesjarigen overgewicht of obesitas, vergeleken met meer dan 1 op de 9 in de provincie Groningen. Voor tien-tot-elfjarigen is deze vergelijking bijna 1 op de 4 in de gemeente, vergeleken met bijna 1 op de 5 in de provincie (figuur 1) (Jaarverslag GGD Groningen 2013, 2014).

Dit probleem is ernstiger dan een straatbeeld met te dikke kinderen. Een ongezonde energiebalans op jonge leeftijd vergroot het risico op de ontwikkeling van veel chronische ziekten en aandoeningen in het verdere leven. Type 2 diabetes mellitus (T2DM), hart- en vaatziekten en andere fysieke en psychische aandoeningen zoals kanker, depressie of dementie zijn hier voorbeelden van. De impact op de samenleving van een epidemische toename van overgewicht en de gerelateerde pathologische gevolgen hiervan zijn gigantisch vanwege hoge zorgkosten, arbeidsongeschiktheid en afgenomen maatschappelijke participatie (hoofdstuk 2). Het draagvlak voor de overgewichtsproblematiek zou bij de gemeente Groningen niet alleen bij de afdeling Gezondheidsbeleid gecreëerd moeten worden, omdat overgewichtspreventie ook grote voordelen heeft voor zaken als onderwijs, sociaal domein, financiën, milieu en het imago van de stad en/of bepaalde wijken.

Wanneer niets verandert met betrekking tot leefstijl- en/of behandelingsmethoden zullen in 2030 ruim 1,2 miljoen Nederlanders gediagnostiseerd zijn met T2DM (Diabetesfonds, 2015). Dit aantal is op zich al verontrustend, maar daarbij kunnen veel onzichtbare gevallen in de voorfase van het ziektebeeld opgeteld worden. Wanneer iemand T2DM ontwikkelt is

namelijk vaak eerst sprake van pre-diabetische staat waarbij de symptomen nog niet zichtbaar hoeven te zijn, maar onderliggende fysiologische mechanismen al wel verstoord raken (hoofdstuk 2). Dit kenmerkt T2DM als een sluipend ziektebeeld.

Dit onderzoek focust zich op het effectiever maken van het preventiebeleid van de gemeente Groningen tegen pre-diabetesontwikkeling bij kinderen opgroeiend in aandachtswijken. Het terugdringen van de ontwikkeling van pre-diabetes in aandachtswijken kan als casus dienen voor de gemeente Groningen als voorbeeld voor het boeken van gezondheidswinst.

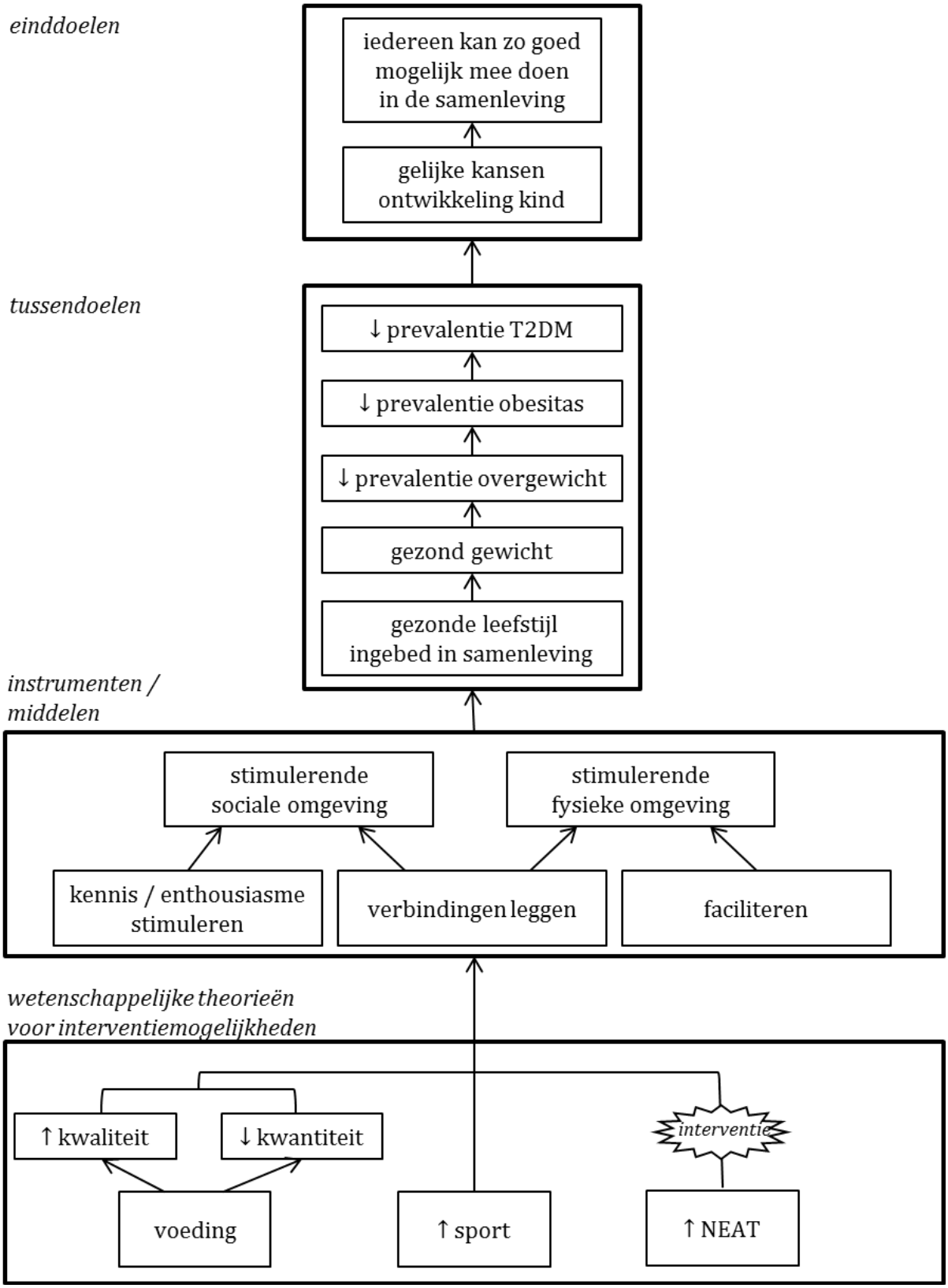



**Figuur 1.** Prevalentie overgewicht of obesitas bij kinderen van vijf tot zes en tien tot elf jaar in de provincie en gemeente Groningen en Oosterparkwijk, wijk gekarakteriseerd door lage SES. Eén blauw gekleurd kind staat voor kind met overgewicht of obesitas vergeleken met aantal leeftijdsgenoten in bepaald gebied (eigen ontwerp gebaseerd op JOGG, 2015).

## 1.3 Gezondheid als middel voor maatschappelijke participatie

De stageverlener is de gemeente Groningen, waar het onderzoek uitgevoerd zal worden op de afdeling Lokaal Gezondheidsbeleid, Directie Maatschappelijke Ontwikkeling (DMO). De gemeente Groningen als overheidsorganisatie heeft de ambitie om de maatschappelijke participatie te bevorderen. In dit geval kan iedereen zo goed mogelijk mee doen in de samenleving, waarbij niemand aan de kant staat. De gemeente Groningen stimuleert inwoners om dit zoveel mogelijk op eigen kracht te doen, maar wanneer dit niet mogelijk is kan ondersteuning en coaching uitkomst bieden (Gemeente Groningen, 2014).

Daarnaast heeft de gemeente het doel om kinderen veilig en gezond op te laten groeien, zodat zij ruimte krijgen om zich te kunnen ontwikkelen (Gemeente Groningen, 2014). Dit onderzoek richt zich op de preventie van pre-diabetes bij kinderen in aandachtswijken. Juist deze groep heeft een verhoogd risico om zich minder goed te kunnen ontwikkelen en binnen de samenleving te kunnen participeren op latere leeftijd. Wanneer pre-diabetesontwikkeling teruggedrongen wordt, kan gezondheid als middel dienen waarbij kinderen in alle wijken gelijkere kansen krijgen om zich te kunnen ontwikkelen. Gezondheid is in dit geval niet alleen een doel op zich, maar ook een middel om maatschappelijke participatie te bevorderen. Op deze manier kan het einddoel van de gemeente bereikt worden waarbij iedereen zo goed mogelijk mee kan doen in de samenleving (figuur 2).




**Figuur 2.** Doelboom voor het effectiever maken van het preventiebeleid omtrent pre-diabetesontwikkeling bij kinderen in aandachtswijken waarbij gefocust wordt op interventie gebaseerd op NEAT om uiteindelijk maatschappelijke participatie te stimuleren (eigen ontwerp).

Als een gevolg van enkele wettelijke veranderingen, oftewel de decentralisaties, is de gemeente Groningen vanaf 1 januari 2015 verantwoordelijk geworden voor nieuwe taken met betrekking tot werk, jeugd, zorg en welzijn. De nieuwe Wet Maatschappelijke Ondersteuning (WMO) en Jeugdwet vervangen de eerdere regelingen Algemene Wet Bijzondere Ziektekosten en Jeugdzorg. Daarnaast vervangt de nieuwe Participatiewet de Wet Werk en Bijstand vanaf begin dit jaar en geldt de nieuwe Wet op het Passend Onderwijs sinds 1 augustus 2014 (Gemeente Groningen, 2014). Omdat de gemeente dichter bij haar inwoners staat dan het Rijk of de Provincie bieden deze wettelijke veranderingen mogelijkheden voor meer maatwerk en samenwerking van lokale ondersteuning. Ondanks de nieuwe taken zijn er minder financiële middelen beschikbaar dan voorgaande jaren, een uitdaging. De gemeente Groningen moet daarom investeren in preventie en vroeg-signalering, waardoor op de lange termijn minder beroep op zorg en ondersteuning wordt gedaan (Gemeente Groningen, 2014).

## 1.4 Behoefte aan wetenschappelijke onderbouwingen

De Rijksoverheid constateert aanzienlijke sociaaleconomische gezondheidsverschillen (SEGV) tussen bevolkingsgroepen in Nederland. Zo overlijden mensen die een lage opleiding hebben genoten gemiddeld zeven jaar eerder en ervaren zij achttien minder gezonde levensjaren vergeleken met hoogopgeleiden. Met betrekking tot overgewicht is 59,4% van de laagopgeleiden in Nederland te zwaar, tegenover 35,6% van de hoogopgeleiden (Rijksoverheid. Alles is gezondheid, 2013).

Ook in de gemeente Groningen lijkt er een verband te zijn tussen gezondheidsverlies en armoede (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014). Een uiting hiervan is toenemende prevalentie van overgewicht en obesitas bij kinderen opgroeiend in aandachtswijken met een lage sociaaleconomische status (SES) (GGD Groningen, 2014). De SES is iemands positie in de sociale hiërarchie in de samenleving waarbij rekening wordt gehouden met opleidingsniveau, inkomen of beroepsstatus (Mulder. RIVM, 2013). De gemeente wil zich met haar preventiebeleid met name focussen op kinderen in aandachtswijken, vanwege het positieve verband tussen overgewicht en een lage SES (Lobstein *et al.*, 2015, Lu *et al.*, 2015). In de aandachtswijk Oosterparkwijk geldt bijvoorbeeld dat bijna 1 op de 5 kinderen van vijf tot zes jaar en ruim 1 op de 3 kinderen van tien tot elf jaar overgewicht of obesitas heeft, gecorrigeerd voor een tweejarig gemiddelde (figuur 1) (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014). De stageverlener gemeente Groningen vraagt om een adviesrapport dat bestaat uit een probleemschets van de toegenomen ontwikkeling van pre-diabetes bij kinderen in aandachtswijken.

De doelgroep, dikker wordende kinderen in aandachtswijken die kwetsbaar zijn om pre-diabetes te ontwikkelen, is moeilijk te bereiken voor de gemeente Groningen (hoofdstuk 5). Dit adviesrapport zou in eerste instantie aanvullende interventie- en benaderingsopties onderzoeken om het huidige preventiebeleid omtrent overgewicht en pre-diabetes effectiever te maken (hoofdstuk 4). Met biomedisch wetenschappelijke onderbouwingen zullen nieuwe initiatieven meer politiek draagvlak krijgen. Door meer consensus over de uitvoering zijn intermediairs in de wijk, die dichtbij het kind staan, eerder bereid om nieuwe plannen met overtuiging en enthousiasme uit te voeren en over te brengen (hoofdstuk 6). De gemeente vraagt daarnaast specifiek om in dit adviesrapport aannames en vermoedens omtrent individuele verschillen en risicogroepen bij overgewichts- en pre-diabetesontwikkeling te onderbouwen (hoofdstuk 3).

Door een kritische houding aan te nemen tegenover deze plannen voor het adviesrapport bleek een fundamentele basis van een biomedisch denkkader te ontbreken bij de gemeente Groningen. Om gezondheidsbeleid te schrijven voor preventie van overgewicht en pre-diabetes, is er een behoefte om eerst de achtergrondkennis van de onderliggende fysiologische mechanismen op metabool niveau te begrijpen. Voorafgaande hoofdstukken zijn nodig om vanuit een biomedische invalshoek de complexiteit van het overgewichtsprobleem en de ontwikkeling van pre-diabetes te beschrijven om zo tot het advies te komen (hoofdstuk 2, bijlage 3). Deze kennis is op de lange termijn een meerwaarde voor de gemeente om ook in de toekomst beleidstheorieën en interventiemogelijkheden beter te beoordelen.

## 1.5 Focus op preventie en gezonde leefstijl aangevuld met NEAT

De bezuinigingen en de nieuwe gemeentelijke taken als gevolg van de decentralisaties vragen om een nieuwe focus in het lokale gezondheidsbeleid. Een sterkere focus op preventie en investeren aan de 'voorkant' maakt het mogelijk om de toekomstige zorgtaken aan te kunnen met minder middelen op de lange termijn. Deze ontwikkelingsperiode van de gemeente Groningen is de aanleiding voor een adviesvraag om het huidige preventiebeleid omtrent pre-diabetesontwikkeling effectiever te maken. Op deze manier zal deze onderzoeksstage zich positioneren in de ontwerpfase van de bestaande beleidssituatie bij de gemeente Groningen. Voor de geïnteresseerde lezer wordt in bijlage 1 deze ontwerppositie omschreven met behulp van de beleidscyclus. Vervolgens wordt in bijlage 2 met behulp van het stromenmodel de samenkomst van de probleem-, beleids- en politieke stromen van de huidige beleidssituatie bij de gemeente Groningen omschreven.

### *1.5.1 Groningen investeert reeds in belang van gezonde leefstijl*

Veel initiatieven in de gemeente Groningen om een gezonde leefstijl bij kinderen te stimuleren bestaan. De gemeentelijke gezondheidsdienst (GGD) onderzoekt en monitort de gezondheid, groei en ontwikkeling van kinderen in alle 23 gemeenten in de provincie Groningen. De GGD en Jeugdgezondheidszorg stimuleren de nationale methodiek van de 'Gezonde School'. Scholen in Groningen met het vignet 'Gezonde School' zetten zich planmatig en structureel in voor gezondheidsbevordering van hun scholieren. Het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport moedigt dit programma aan met behulp van subsidies voor participerende scholen (Jaarverslag GGD Groningen 2013, 2014).

Scholen kunnen kiezen uit allerlei activiteiten en lesprogramma's op gebied van voeding, sport en bewegen. Voorbeelden van succesvolle initiatieven zijn 'Gezond Scoren' in samenwerking met FC Groningen en de lesmethode 'Lekker Fit!' voor gezonde keuzes. Bij de initiatieven van de 'Gezonde School' wordt met de zogenaamde 'SOdieBBOFTT'-thema's gewerkt (Poletiek, 2015). 'SOdieBBOFTT' is een acroniem voor Slaap, Opvoeding, Borstvoeding, Bewegen/Buiten spelen, Ontbijten, Frisdrank/Fruit, TV, Tussendoortjes en houdt het volgende in:

| | |
|---|---|
| **S**laap | Belang van veel en regelmatige slaap |
| **O**pvoeding | Opvoeden met gezag en tegelijkertijd liefde en warmte |
| **B**orstvoeding | Borstvoeding geven heeft de voorkeur vanwege zelfregulatie |
| **B**ewegen/**B**uiten spelen | Dagelijkse beweging en buiten spelen stimuleren |
| **O**ntbijten | Structureel gezond ontbijten voor goede spijsvertering |
| **F**risdrank/**F**ruit | Water drinken in plaats van frisdrank, dagelijks fruit en groente |
| **T**V | TV, iPad, gamen, beeldschermgebruik beperken |
| **T**ussendoortjes | Aantal en grootte van tussendoortjes beperken en gezonde stimuleren |

Naast de 'Gezonde School' bestaan in samenwerking met de gemeente Groningen ook andere goede initiatieven om een gezonde leefstijl te stimuleren. Met behulp van het Jeugdsportfonds kunnen gezinnen bijvoorbeeld in aanmerking komen voor een toelage voor clubcontributie en sportbenodigdheden. Een ander voorbeeld is dat met behulp van Stichting Leergeld zwemles voor ieder kind mogelijk gemaakt wordt (Post, 2015). De gemeente Groningen investeert ook in het belang van een gezonde leefstijl bij kinderen met het gemeentelijke programma 'Bslim'. Sinds 2006 houdt 'Bslim' zich bezig om kinderen in aandachtswijken aan te zetten tot sport en beweging (Gemeente Groningen, 2014).

Jongeren Op Gezond Gewicht (JOGG) is een landelijk initiatief en onderdeel van het Convenant Gezond Gewicht. De gemeente Groningen is sinds 27 oktober 2014 officieel JOGG-gemeente. JOGG is gebaseerd op het initiatief Ensemble Prévenons l'Obésité Des Enfants (EPODE) dat in Frankrijk sinds begin jaren '90 erg succesvol is. De vertaling van dit initiatief

geeft goed de insteek van de aanpak weer, namelijk "laten we samen overgewicht bij kinderen aanpakken". In een aantal Franse steden is door dit initiatief het aantal kinderen en jongeren met overgewicht bijna gehalveerd. Nederlandse gemeenten kunnen zich aanmelden bij JOGG voor intensieve begeleiding en kunnen zo gecoacht worden en leren van ervaringen in andere gemeenten om samen op lokaal niveau tegen overgewicht te strijden. Een voorbeeld van een succesvolle campagne van JOGG is 'DrinkWater' (JOGG, 2015).

Met het recente JOGG-lidmaatschap krijgt de gemeente Groningen minimaal drie jaar (contractduur) de financiële ruimte en middelen om zich in te zetten voor het gemakkelijk en aantrekkelijk maken van een gezonde leefstijl voor kinderen in hun sociale omgeving. Hierbij wordt de samenwerking tussen private en publieke partijen zoals de gemeente, scholen, sportclubs, huisartsen, buurtsupers en woningbouwverenigingen versterkt. Onder de paraplu van JOGG worden bestaande en nieuwe initiatieven aan elkaar gekoppeld, versterkt en zo nodig aangevuld (JOGG, 2015).

### *1.5.2 Naast voeding en sport is NEAT nieuwe kans voor preventiebeleid*

Bij de bestaande initiatieven staan voeding, de kwaliteit en kwantiteit daarvan, en/of sport vaak centraal. Deze middelen moeten ook zeker ondersteund blijven worden. Echter, wordt steeds meer duidelijk dat fysieke activiteit meer is dan alleen maar sport. De stimulatie van gewone, dagelijkse, onbewuste beweging van alle soorten intensiteit is een belangrijke aanvulling bij overgewichts- en pre-diabetespreventie. Alle sport is mooi meegenomen, maar het voorkomen van inactiviteit en een zittende leefstijl is het grootste onderdeel om het dagelijkse energieverbruik van een dikker wordend kind te vergroten. In de wetenschap wordt deze activiteit met een mooi woord omschreven als 'non-exercise activity thermogenesis' (NEAT) (Levine *et al.*, 2006, Levine *et al.*, 2011). NEAT is de energie die verbruikt wordt bij alles wat men onbewust doet, uitgezonderd van slapen, eten en sportbeoefening (Levine, 2004). NEAT is voor de gemeente Groningen een nieuwe kans om het huidige preventiebeleid omtrent pre-diabetesontwikkeling in aandachtswijken effectiever te maken. Deze onderzoeksstage richt zich daarom, in plaats van op voeding en sport, op leefstijlinterventie gebaseerd op de onderbouwingen van NEAT (figuur 2 Doelboom).

Dagelijkse activiteit en NEAT zijn de laatste decennia afgenomen in het hedendaagse leven door ontwikkelingen met betrekking tot urbanisatie (Levine *et al.*, 2006, Levine *et al.*, 2011). Een Amerikaans onderzoek wijst uit dat de prevalentie van obesitas toenam naarmate steeds meer gebruik werd gemaakt van auto's en huishoudelijke machines zoals was- en vaatwasmachines (figuur 3). De hedendaagse samenleving vergeleken met decennia geleden is zo ingericht dat veel minder energie wordt verbruikt voor dagelijkse en onbewuste activiteiten zoals lopen, fietsen en matig tot zwaar (huishoudelijk) werk. Niet alleen de toegenomen voedselinname, maar juist de afname van variatie in het dagelijkse energieverbruik, NEAT, leidt tot toename van lichaamsgewicht en ontwikkeling van obesitas (Levine *et al.*, 2006).

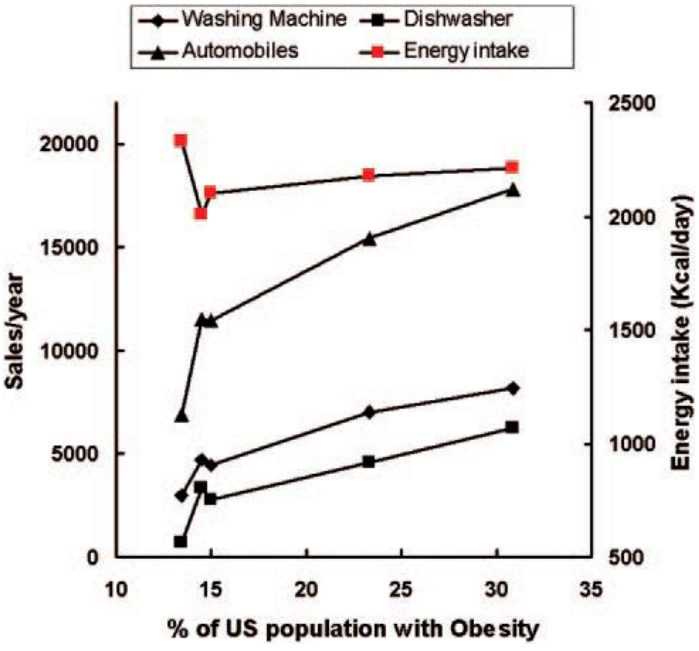
Deze veranderingen in de samenleving hebben ook effect op het kind. Het kind wordt snel en gemakkelijk vervoert in de buggy, kinderen worden met de auto naar school gebracht, waar het vervolgens belonend is om stil en zittend de les te volgen. Wanneer deze inactieve en zittende leefstijl voorkomen wordt met behulp van meer simpele, dagelijkse beweging is er al sprake van winst in het energieverbruik. Werkelijk alle activiteit van alle intensiteit, zoals vaker de trap nemen, huishouden of staan achter een bureau, maakt opgeteld een groter dagelijks energieverbruik. De focus op deze onbewuste activiteit biedt mogelijkheden voor de gemeente Groningen om het huidige preventiebeleid aan te vullen (hoofdstuk 4).

De toename van overgewichts- en pre-diabetesprevalentie is niet per se het resultaat van 'niet minder willen eten' en 'lui zijn', maar gebaseerd op voordelig gedrag vanuit een evolutionair-historisch perspectief. Evolutionair gezien was het voordelig dat voor spaarzame genen geselecteerd werd, zodat de vroege mens kon overleven in schaarse tijden. Het was voordelig en belonend om veel te eten wanneer dat kon. Op deze manier werd een reserveopslag gevormd voor het volgende moment wanneer het voedselaanbod in de omgeving zou afnemen. Door veranderende omgevingsfactoren is de laatste decennia geen sprake meer van schaarse

tijden in de Westerse wereld. De agrarische revolutie heeft geleid tot een ongelimiteerde beschikbaarheid van voeding (Elinder & Jansson, 2009) en door een 24/7 economiecultuur in steden is voeding altijd te verkrijgen (Levine *et al.*, 2011). Onderliggende mechanismen schieten hun doel voorbij, aangezien zij nog steeds het menselijk lichaam voorbereiden voor schaarste die echter nooit meer gaat komen (hoofdstuk 4).

Wat vaak vergeten wordt is dat het vanuit evolutionair-historisch perspectief ook voordelig en belonend is om de reserveopslag niet snel te gaan gebruiken. Op deze manier is het een logische fysiologische reactie van het lichaam dat overgewicht gepaard gaat met een goed gevoel bij inactiviteit. Evolutionair gezien was het namelijk voordelig voor de vroege mens om zuinig aan te doen met zijn energie. Hij deed pas beroep op zijn reserves wanneer energie nodig was om nieuw voedsel te zoeken. Daarnaast resulteerde de industriële revolutie in minder standaard dagelijkse fysieke inspanning en activiteit, waardoor het energieverbruik de laatste decennia verlaagd is (hoofdstuk 2) (Elinder & Jansson, 2009, Levine *et al.*, 2011). Op deze manier schieten onderliggende mechanismen hun doel weer voorbij, aangezien het vandaag de dag voordeliger zou zijn om activiteit te belonen bij overgewicht (hoofdstuk 4). Het uitgangspunt van dit adviesrapport is de dagelijkse inactiviteit voorkomen.

Om de dagelijkse fysieke activiteit dusdanig te verhogen is enkel het willen stimuleren van beweging in de vrije tijd onrealistisch (James, 2008). De toename van NEAT gedurende de hele dag, ook op school of werk, elke dag biedt uitkomst om meer energie te verbruiken binnen een natuurlijke en gezonde leefstijl. Structurele en blijvende veranderingen met betrekking tot het sociale netwerk en de fysieke omgeving van het kind zijn hiervoor noodzakelijk, waardoor de interventie minder kwetsbaar en onafhankelijk is van een blijvende organisatie (James, 2008). Beleidsmedewerkers bij de gemeente en intermediairs in de wijk, in de naaste omgeving van het kind, zijn de schakel om NEAT tot een succes te maken met beter begrip voor de onderbouwingen (figuur 2 Doelboom). Op deze manier kan bij de moeilijk bereikbare groep, ondanks kennisgebrek en/of ontkenning door een vertekend beeld van de eigen leefstijl, toch gezondheidswinst geboekt worden op de lange termijn (hoofdstuk 5) (Elinder & Jansson, 2009). Een gezondere leefstijl, ook in aandachtswijken, wordt met NEAT iets natuurlijks en alledaags in plaats van een top-down oplegging.




**Figuur 3.** Energie-inname (kcal/dag) en aantal verkochte auto's, was- en vaatwasmachines per jaar versus prevalentie van obesitas in de Verenigde Staten (National Health and Nutrition Examination Survey) (Levine *et al.*, 2006).

## 1.6 Leeswijzer

Dit adviesrapport is na dit eerste inleidende hoofdstuk verdeeld over vijf andere hoofdstukken. Elk hoofdstuk eindigt met een omkaderde, roodgekleurde conclusie voor het terugvinden van de belangrijkste stellingen voor de snelle lezer.

In hoofdstuk 2 wordt met behulp van een biomedisch denkkader de basis gelegd voor het belang waarom de gemeente Groningen pre-diabetes op korte termijn zou willen voorkomen. Meer verdiepende achtergrondinformatie met de onderliggende fysiologische mechanismen op metabool niveau is in bijlage 3 toegevoegd voor de geïnteresseerde lezer.

In hoofdstuk 3 zal kort het belang van individuele verschillen beschreven worden. Ieder menselijk lichaam heeft een unieke metabolisme en bepaalde genetische achtergronden kunnen het risico om pre-diabetes te ontwikkelen verhogen. De gemeente Groningen heeft specifiek om de toevoeging van dit deelonderwerp gevraagd.

In hoofdstuk 4 wordt het belang van het voorkomen van een zittende leefstijl en inactiviteit beschreven. De benadering van NEAT, het vernieuwende element in dit advies om het huidige preventiebeleid van de gemeente nog effectiever te maken, wordt in dit hoofdstuk onderbouwd.

In hoofdstuk 5 wordt de NEAT-aanpak gekoppeld aan de kenmerken van de, voor de gemeente onbereikbare, doelgroep. Om het dikker wordende kind in de aandachtswijk te benaderen, biedt NEAT uitkomst vanwege de focus op vanzelfsprekendheid van een gezonde leefstijl. De doelgroep voor de gemeente is niet direct het kind en het gezin, maar de intermediairs in de wijk in de naaste omgeving van het kind.

In bijlage 4 is voor praktische implementatie het advies op een poster weergegeven met behulp van een vereenvoudigde uitleg en concrete voorbeelden voor het kind. Deze poster is een handige tool voor intermediairs in de wijk en kan opgehangen worden in scholen, opvang- en wijkcentra, clubs, Centrum voor Jeugd en Gezin (CJG), consultatiebureaus, GGD, et cetera. Een 'Schijf van vijf voor een actief lijf' wordt geïntroduceerd om NEAT te stimuleren in de volgende vijf sectoren: 1) Actief in verkeer, 2) Actief op school, 3) Actief naar buiten, 4) Actief in huis en 5) Actief aan tafel. Op deze manier worden de mensen in de directe omgeving van het kind overtuigd van en geënthousiasmeerd voor NEAT om zo het kind te bereiken.

In hoofdstuk 6 wordt tot slot, met conclusies gebaseerd op de eerdere hoofdstukken, het complete advies voor de gemeente Groningen gepresenteerd; Need for NEAT.

Tijdens de stage zal gefocust worden op de volgende onderzoeksvraag: Hoe kan de gemeente Groningen haar preventiebeleid omtrent ontwikkeling van pre-diabetes bij kinderen (0-12 jaar) in aandachtswijken effectiever maken met behulp van de wetenschappelijke benadering 'non-exercise activity thermogenesis' (NEAT)?

# 2. Kennis van onderliggende mechanismen is de grondslag

## 2.1 Introductie

Dit hoofdstuk benadrukt met behulp van een biomedisch denkkader dat het van belang is dat pre-diabetesontwikkeling op korte termijn voorkomen moet worden. Om het preventiebeleid van de gemeente Groningen zo effectief mogelijk te maken om de toenemende trend van pre-diabetesontwikkeling bij kinderen in aandachtswijken terug te dringen, zouden keuzes voor leefstijlinterventies gebaseerd moeten zijn op wetenschappelijke onderbouwingen. Preventiebeleid kan in de toekomst beter onderbouwd worden met een biomedisch denkkader, wanneer de achtergrondkennis over onderwerpen als energiebalans, metabolisme en verhoogde gezondheidsrisico's begrepen wordt.

Beleidsmakers hebben vaak eerder een bestuurskundige of sociologische achtergrondexpertise en zijn niet bekend met de onderliggende fysiologische mechanismen die aan de basis staan van een complex probleem als pre-diabetes. Onderbouwde keuzes versterken het politieke draagvlak en de opgedane kennis kan op lange termijn vaker als fundamentele basis worden gebruikt. Meer verdiepende achtergrondinformatie over onderliggende fysiologische processen op metabool niveau zijn toegevoegd voor de geïnteresseerde lezer in bijlage 3.

## 2.2 Energiebalans in gevaar

Om gezondheid (bijlage 3) als middel te gebruiken om maatschappelijke participatie te bevorderen en de SEGV te verkleinen moet de gemeente Groningen de ontwikkeling van pre-diabetes bij te dikke kinderen willen voorkomen. Om het belang van preventie te begrijpen en de effectiviteit hiervan te verbeteren, moet eerst in worden gezien dat complexe onderliggende fysiologische processen aan de grondslag staan van de gehele overgewichtsproblematiek. Metabolisme, oftewel stofwisseling, is de totaliteit van alle noodzakelijke chemische reacties in het menselijk lichaam waarbij moleculen worden opgebouwd of afgebroken. Hiervoor is energie, bijvoorbeeld uit voeding, nodig of komt energie vrij (bijlage 3) (Johnson *et al.*, 2010).

### *2.2.1 Sprake van energiebalans in het menselijk lichaam*

Energie gaat nooit verloren. De eerste hoofdwet van de thermodynamica in de natuurkunde is de wet van het behoud van energie (Kondepudi, 2008). Deze wet houdt in dat de totale hoeveelheid energie in een gesloten systeem constant is (Johnson *et al.*, 2010). Dit betekent dat energie in een systeem nooit verdwijnt, maar voorkomt in een bepaalde energiebalans. Energie komt voor in verschillende vormen, zoals inwendige energie, arbeid en warmte. Volgens de eerste energiewet is de toename van de inwendige energie (ΔU) gelijk aan de verrichte arbeid op de omgeving (W) afgetrokken van de hoeveelheid toegevoerde warmte (Q) (Kondepudi, 2008).

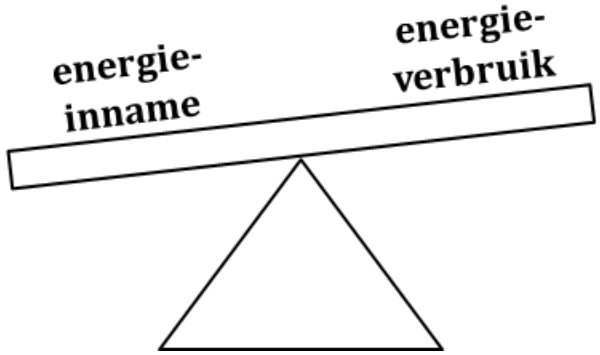
Eerste wet thermodynamica in formule: warmte (Q) = arbeid (W) + energieverandering (ΔU)

Het menselijk lichaam is in plaats van een gesloten systeem een open biologisch systeem, waarin het wel mogelijk is dat energie uitgewisseld wordt met de omgeving. Zo wordt er energie ingenomen met de maaltijd en kan er energie verbruikt worden op de fiets. In het menselijk lichaam wordt energie opgeslagen in chemische molecuulverbindingen, waardoor het concept van de energiebalans toch op gaat. Hierbij is de totale hoeveelheid lichaamsenergie gelijk aan het energieverbruik afgetrokken van de energie-inname. Op deze manier is de energiebalans in het menselijk lichaam het evenwicht tussen energieverbruik en -inname (Kaiyala & Schwartz, 2011). Voor het menselijk lichaam bestaat de energie-inname uit nutriënten in voeding. Mensen zijn in theorie in staat om hun energie-inname te reduceren door te letten op wat zij eten. Energie wordt verbruikt voor arbeid in het menselijk lichaam, maar ten minste de helft raakt weer verloren aan de omgeving in de vorm van ongereguleerde warmte (bijlage 3) (Johnson *et al.*, 2010).

### *2.2.2 Overgewicht als gevolg van positieve energiebalans*

Hoewel het concept van de energiebalans in theorie een eenvoudige vergelijking is, namelijk de energie-inname zou gelijk moeten zijn aan het energieverbruik, is het concept in praktijk gecompliceerder om naar te handelen. Wanneer de energie-inname continu hoger is dan het energieverbruik is het energie-evenwicht in onbalans. Deze positieve energiebalans leidt tot een toename van de hoeveelheid lichaamsvet (figuur 4) (Johnson *et al.*, 2010). Een verstoorde energiebalans kan, behalve door een te hoge energie-inname en een te laag energieverbruik door weinig lichamelijke activiteit, ook veroorzaakt worden door psychosociale factoren, emoties en genetische aanleg. De sociale en fysieke omgeving spelen hierbij een belangrijke rol. en moeten daarom aangestuurd worden voor preventiemethoden (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014).

Sinds 1995 hanteert de World Health Organization (WHO) de index voor het gewicht in verhouding tot lichaamslengte om ruw te beoordelen of iemand aan overgewicht lijdt. Deze verhouding wordt de body mass index (BMI) genoemd (James, 2008). De BMI-waarde kan worden berekend door het lichaamsgewicht in kilogrammen te delen door de lichaamslengte in meters in het kwadraat. Overgewicht wordt geconstateerd bij een BMI-waarde hoger dan 25 (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, James, 2008, JOGG, 2014). Iemand is in dit geval te zwaar voor zijn of haar lengte, omdat bij deze gewicht-lengteverhouding de risico's voor ontwikkeling van infecties, T2DM en hypertensie onacceptabel hoog zijn. Daarnaast neemt de werkcapaciteit af met een verhoogde BMI (James, 2008).




**Figuur 4.** Positieve energiebalans waarbij er meer energie wordt ingenomen dan verbruikt (eigen ontwerp).

### *2.2.3 Evolutionair voordeel en huidige omgevingsfactoren zijn gevaarlijke combi*

Vanuit een evolutionair-historisch perspectief is het voordelig en belonend voor het menselijk lichaam om veel te eten voor een reserveopslag voor schaarse tijden. In het geval van een positieve energiebalans, wordt het energieoverschot opgeslagen om later te gebruiken wanneer het energie-aanbod in de omgeving schaars zou zijn. Energie wordt opgeslagen in de vorm van energierijke vetmoleculen in vetweefsel of in de vorm van glycogeen in lever en skeletspieren (Johnson *et al.*, 2010).

Ook al weten de meeste mensen dat bijvoorbeeld te veel snoepen ongezond is, het blijft moeilijk om de inname van suikerproducten te reduceren. Hier is een evolutionair instinct verantwoordelijk voor, omdat de hersenen suikerinname belonen met een goed gevoel. Suiker wordt immers snel opgenomen en op deze manier bespaart het menselijk lichaam verteringswerk dat vanuit evolutionair-historisch perspectief voordelig is. Vervolgens wordt suiker snel omgezet in energie, waardoor het goede gevoel versterkt wordt. Het belonen van suikerinname, dat evolutionair gezien dus een logische reactie is, is de laatste decennia echter een valkuil geworden sinds het voedselaanbod onbeperkt is geworden en de dagelijkse activiteit enorm afgenomen is (Elinder & Jansson, 2009, Johnson *et al.*, 2010).

Niet alleen de suikerinname, maar ook de algehele energie-inname zoals vetten en koolhydraten is de laatste decennia toegenomen vanwege veranderende omgevingsfactoren. De voedselbeschikbaarheid- en toegankelijkheid in Westerse landen is oneindig geworden door de agrarische revolutie en de 24/7 economie (Elinder & Jansson, 2009, Levine *et al.*, 2006, Levine *et al.*, 2011). Naast de toename in kwantiteit van energie-inname, neemt de kwaliteit van voeding steeds meer af. Het soort altijd voor handen voeding is van lage kwaliteit, niet divers en rijk aan calorieën, verzadigde vetten, suikers en zout (James, 2008). De kwaliteit van voeding is verschoven van een laag vet naar een hoog vet dieet (Schwingshackl & Hoffmann, 2014). Het evolutionaire instinct van de mens om een energiereserve te creëren wanneer het kan, is vandaag de dag in de Westerse wereld met de huidige omgevingsfactoren niet meer voordelig.

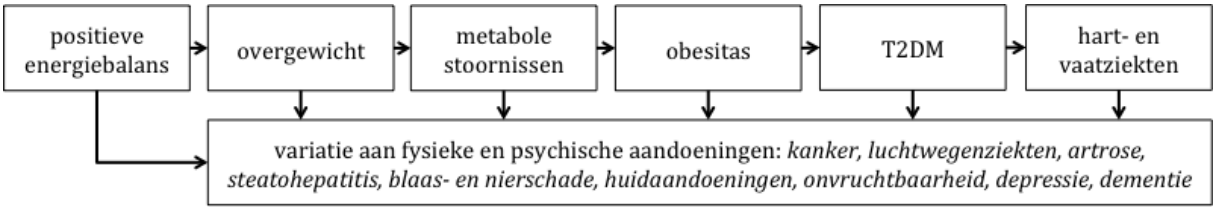
Wat vaak vergeten wordt, is de andere kant van het verhaal over de energiebalans. Door evolutionaire druk is het ook voordelig en belonend om de energiereserve vooral niet snel te gaan verbruiken. Dat maakt het een logische fysiologische reactie dat overgewicht gepaard gaat met een goed gevoel bij inactiviteit in de dagelijkse gang van zaken (Levine *et al.*, 2006). Daarnaast leidde de industriële revolutie ertoe dat de dagelijkse activiteit sterk is afgenomen en er minder energie wordt verbruikt (Elinder & Jansson, 2009, Levine *et al.*, 2011). Machines hebben matig tot zwaar werk overgenomen, men vervoert zich met de auto en door de komst van internet is het mogelijk om het huis helemaal niet meer te verlaten.

Een energiebalans die vanuit evolutionair-historisch perspectief heel functioneel was, verschuift hierdoor vandaag de dag naar een haast standaard positieve energiebalans. Genen geselecteerd in de evolutie op spaarzaamheid schieten hun doel in de huidige maatschappij voorbij. Overgewicht is feitelijk een normale reactie op een abnormale omgeving. Volgens de WHO veroorzaakt een hoog vet dieet vergeleken met een laag vet dieet in combinatie met een zittende leefstijl de toename in prevalentie van overgewicht en obesitas (Carroll & Dudfield, 2004).

## 2.3 Cascade van metabole stoornissen door continu verstoorde energiebalans

Wanneer de energiebalans in het menselijk lichaam voor langere tijd verstoord is, veranderen onderliggende fysiologische processen en ontwikkelt het individu metabole stoornissen (Kaiyala & Schwartz, 2011, Moller & Kaufman, 2005, Vaanholt *et al*., 2008). Metabole stoornissen kunnen zijn: hypertensie (toename bloeddruk), hyperglykemie (afname glucosetolerantie) (Carroll & Dudfield, 2004, Moller & Kaufman, 2005) en dyslipidemie (verstoorde bloedvetwaarden) (Moller & Kaufman, 2005) (bijlage 3). Metabole stoornissen verhogen het risico op overlijden, morbiditeit (ontwikkeling ziekten), versnelde veroudering (Roth *et al*., 2004), fysieke klachten en afname van de levenskwaliteit (Napoli *et al*., 2014, Villareal *et al*., 2005).

Wanneer de leeftijd toeneemt, neemt ook de circulatie van lichaamsvet toe. De kans op gevaarlijk vetopslag in de onderbuik is groter wanneer onderliggende metabole processen reeds veranderd waren als gevolg van overgewicht (Anton *et al*., 2013). Volgens een grootschalig Europees onderzoek dat onderzoek deed naar voeding, was vetopslag in het algemeen en met name in de onderbuik geassocieerd met verhoogde kans op overlijden (Pischon *et al*., 2008). Overgewicht is ernstiger dan dik zijn alleen, omdat er moeilijk omkeerbare metabole veranderingen in het lichaam in gang worden gezet met meerdere gezondheidsgevolgen (figuur 5).




**Figuur 5.** Overgewicht als een gevolg van een continu positieve energiebalans wordt geassocieerd met de cascadeontwikkeling van metabole stoornissen, obesitas, T2DM, hart- en vaatziekten en meer fysieke en psychische aandoeningen (eigen ontwerp).

### *2.3.1 Metabole stoornissen leiden tot obesitas*

Wanneer de BMI-waarde hoger dan 30 is, wordt van ernstig overgewicht of obesitas gesproken (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, James, 2008, JOGG, 2014). Obesitas is de staat van overgewicht als een chronische ziekte, omdat de vetopslag moeilijk omkeerbaar is geworden als gevolg van onderliggende metabole veranderingen (Kaiyala & Schwartz, 2011, Moller & Kaufman, 2005, Vaanholt *et al*., 2008). Obesitas wordt geassocieerd met meerdere gezondheidsrisico's (Kaiyala & Schwartz, 2011, Moller & Kaufman, 2005, Vaanholt *et al*., 2008). De risico's nemen toe naarmate de BMI of buikomvang van het individu toenemen (Van Dis *et al.*, 2009). De gezondheid komt in gevaar bij obesitas, omdat constante toename van lichaamsvet leidt tot onder andere chronische ontstekingen, veranderde balans van celcycli en afname van de signaaloverdracht van insuline en insulin-like growth factor 1 (IGF-1) (Huffman *et al*., 2008, Johnson *et al.*, 2010, Probst-Hensch, 2010).

De functie van het hormoon insuline is het verlagen van de bloedsuikerwaarde. Insuline stimuleert in gezonde metabole staat het glucosetransport van de bloedbaan naar cellen (bijlage 3). Wanneer deze functie verstoord is in het geval van obesitas kan dit leiden tot meerdere fysieke en psychische klachten. De groeifactor IGF-1 is met name verantwoordelijk voor herstel- en groei van cellen. Een verhoogde waarde van IGF-1 is gevaarlijk vanwege ongereguleerde celgroei. Al deze gezondheidsrisico's versterken het verouderingsproces in het lichaam, waardoor de levensduur bij obesitas afneemt (Huffman *et al*., 2008, Probst-Hensch, 2010).

### *2.3.2 Metabole stoornissen leiden tot T2DM en hart- en vaatziekten*

Metabole processen kunnen door langdurig overgewicht en obesitas zo veranderen dat er insulineresistentie van cellen en weefsels ontstaat (Carroll & Dudfield, 2004, Moller & Kaufman, 2005). Bij de ontwikkeling van insulineresistentie is de insulinesignalering zodanig verstoord dat de bloedsuikerwaarde in nuchtere staat verhoogd blijft en de insulinewerking vertraagd is (bijlage 3). Dit gaat gepaard met vaatvernauwing, hypertensie en afname van weefseldoorbloeding. Deze gezondheidsrisico's bij obesitas maken iemand meer vatbaar voor het ontwikkelen van T2DM en hart- en vaatziekten, zoals atherosclerose (aderverkalking), door endothele disfunctie, of een beroerte (Johnson *et al.*, 2010, Sypniewska, 2015). De hoeveelheid vetopslag in de onderbuik, rondom en in de organen, is hierbij de belangrijkste risicofactor (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014).

Omdat 80% van alle T2DM-patiënten obesitas heeft, wordt dit als hoofdoorzaak voor T2DM-ontwikkeling gezien (Diabetesfond, 2015). Een BMI-waarde van 30 of hoger vergroot de kans op ontwikkeling voor T2DM met een factor vijf tot twaalf (Van Kreijl *et al.*, 2004). Van alle hart- en vaatpatiënten in Nederland wordt een zevende deel zeker in verband gebracht met overgewicht (Van Dis *et al.*, 2009). 10 tot 43% van alle DM-patiënten, waarvan de meesten gediagnostiseerd zijn met T2DM, ontwikkelt hart- en vaatziekten (Diabetesfonds, 2015). De kans om dit te ontwikkelen is twee tot vier zo groot voor T2DM-patiënten vergeleken met gezonde individuen (Diabetesfonds, 2015, Van Kreijl *et al.*, 2004).

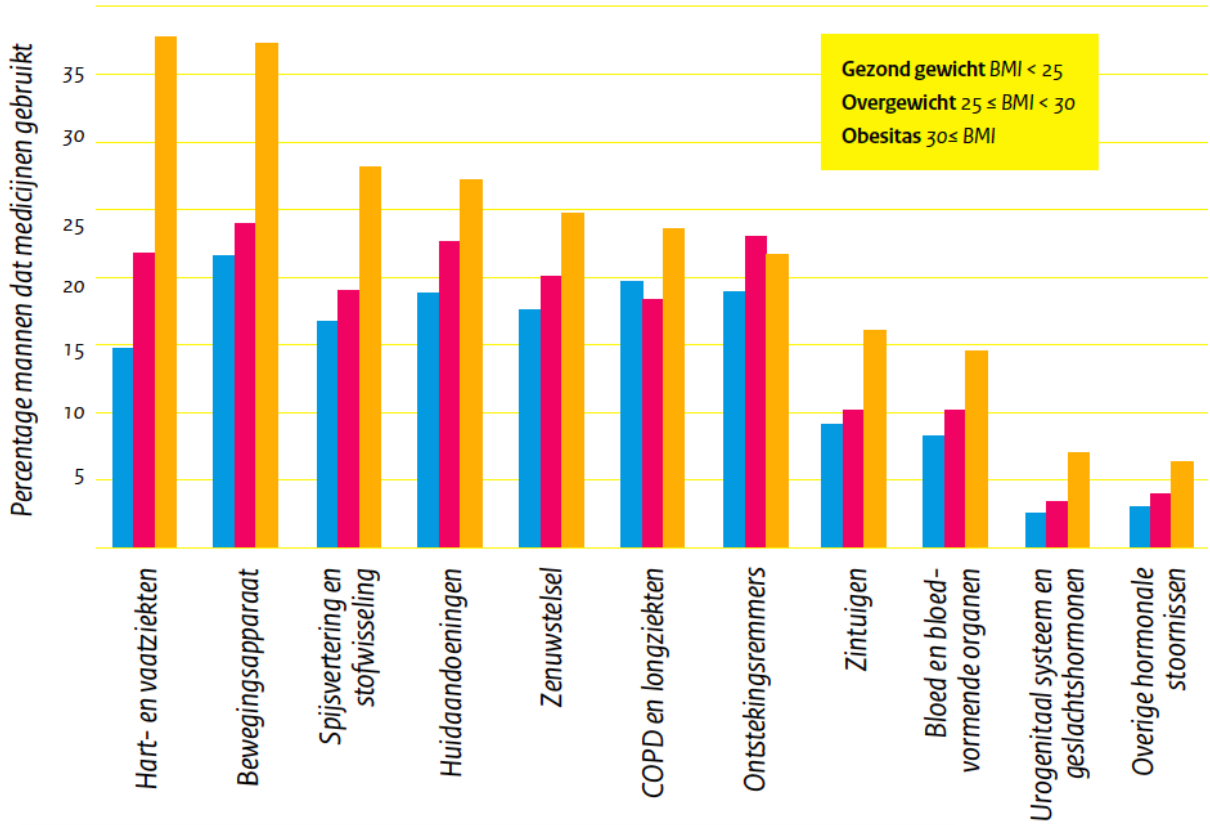
Wanneer een T2DM-patiënt ook atherosclerose en een hoge bloeddruk heeft ontwikkeld, wordt van een metabool syndroom gesproken (bijlage 3) (Johnson *et al.*, 2010). Dit laat de complexiteit en verbondenheid van de metabole processen in het menselijk lichaam zien.

### *2.3.3 Metabole stoornissen leiden tot veel fysieke en psychische aandoeningen*

Metabole stoornissen, als gevolg van een continu positieve energiebalans, vergroten ook het risico om verschillende ouderdomsziekten te ontwikkelen (Probst-Hensch, 2010). Wanneer onderliggende fysiologische processen veranderd zijn, verandert de homeostase van cellen en worden hormoonratio's en feedbacksystemen aangepast (bijlage 3) (Johnson *et al.*, 2010). Zo blijkt dat het metabolisme invloed heeft op het complete menselijke lichaam. Vanwege deze complexiteit van onderliggende processen zijn de effecten van een energieonbalans sluipend en

moeilijk omkeerbaar. Extreem diëten en sporten na gewichtstoename is daarom geen lange-termijnoplossing, omdat het overgewicht ook onzichtbare onderliggende pathologische gevolgen heeft. Preventie van metabole stoornissen door een alledaagse vanzelfsprekende gezonde leefstijl is het enige antwoord op de complexe overgewichtsproblematiek met alle fysieke en psychische gevolgen van dien.

Metabole stoornissen vergroten het risico op ontwikkeling van bepaalde vormen van kanker (zoals in de dikke darm en borst), chronische luchtwegenziekten (zoals tuberculose), artrose (aandoening bewegingsstelsel), niet-alcoholische steatohepatitis (leververvetting), blaas- en nierschade, huidaandoeningen en onvruchtbaarheid (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, Diabetesfonds, 2015, Forouhi & Warehem, 2014, James, 2008, Nota Overgewicht, 2009, Probst-Hensch, 2010, Sypniewska, 2015, Van Kreijl *et al.*, 2004). Volgens de WHO is de ontwikkeling van hart- en vaatziekten, kanker en luchtwegenziekten als gevolg van overgewicht doodsoorzaak nummer één in Westerse landen (Probst-Hensch, 2010). Daarnaast neemt de levenskwaliteit door fysieke beperkingen af. Verminderd uithoudingsvermogen, pijn aan de kniegewrichten en verminderde mobiliteit zijn gevolgen van overgewicht (Luppino *et al.*, 2010). Het medicijngebruik voor andere aandoeningen gerelateerd aan overgewicht en obesitas neemt toe naarmate de BMI stijgt (figuur 6) (Nota Overgewicht, 2009).

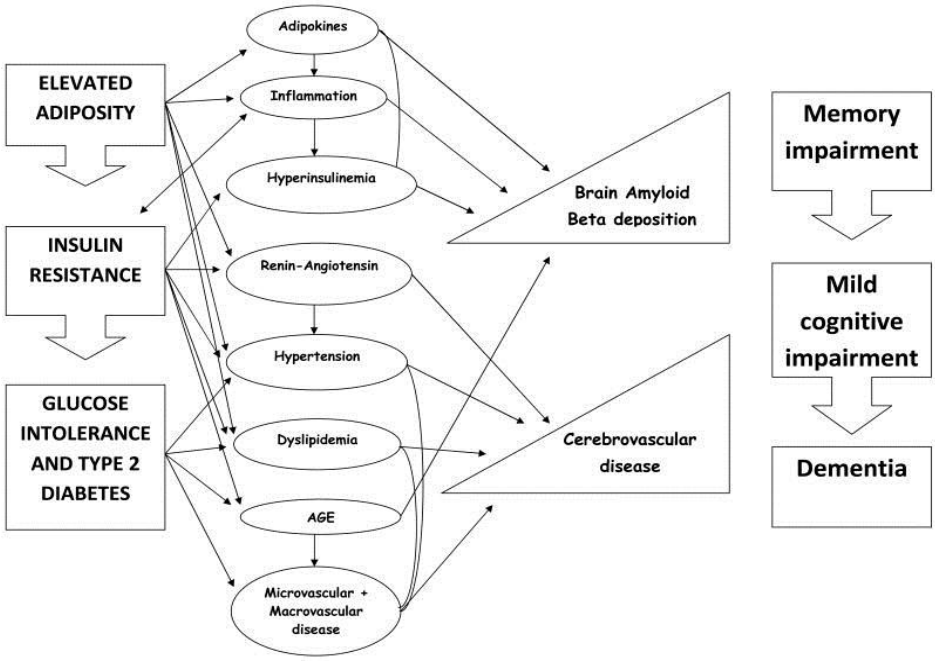



**Figuur 6.** Het percentage Nederlandse mannen dat medicijnen gebruikt voor aandoeningen die gerelateerd zijn aan overgewicht en obesitas neemt toe naarmate de BMI stijgt. Blauw: gezond gewicht, rood: overgewicht, oranje: obesitas (Nota Overgewicht, 2009).

Overgewicht vergroot het risico om naast fysieke ook psychische aandoeningen te ontwikkelen. Psychosociale problemen, angststoornissen, depressie, stigmatisering, discriminatie en pesterijen komen vaker voor bij mensen met overgewicht vergeleken met mensen met een gezond gewicht. Op deze manier kan een fysieke aandoening effect hebben op de mentale gezondheid. Daarnaast kan overgewicht in verband met depressie doorslaan in een vicieuze cirkel. Tijdens een depressie als gevolg van overgewicht neemt de energie-inname vaak nog meer toe en het energieverbruik nog meer af, waardoor de ontwikkeling van overgewicht en metabole stoornissen gestimuleerd blijft worden. Overgewicht en depressie versterken elkaar is

in dit geval, want oorzaak wordt gevolg en vice versa (Ali *et al.*, 2010, Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, James, 2008, Luppino *et al.*, 2010). Bijkomend is gewichtstoename een veel voorkomend en vervelend bijeffect van antidepressiva (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, James, 2008).

Naast psychische aandoeningen zoals depressie kan overgewicht ook eerder resulteren in dementie vergeleken met een gezond gewicht (Iwamoto, 2014, James, 2008, Luchsinger & Gustafson, 2009). Hierbij heeft toegenomen vetopslag tot metabole stoornissen als insulineresistentie, glucose-intolerante, hypertensie, dyslipidemie, chronische ontstekingen geleid. Deze metabole veranderingen stimuleren de opeenhoping van het schadelijke eiwit amyloid-bèta in het brein, waardoor het risico op geheugen- en cognitieverlies toe neemt (figuur 7) (Iwamoto, 2014, Luchsinger & Gustafson, 2009). De trend van toenemende prevalentie van dementie als gevolg van metabole stoornissen kan voorkomen worden met een gezonde leefstijl (Iwamoto, 2014).

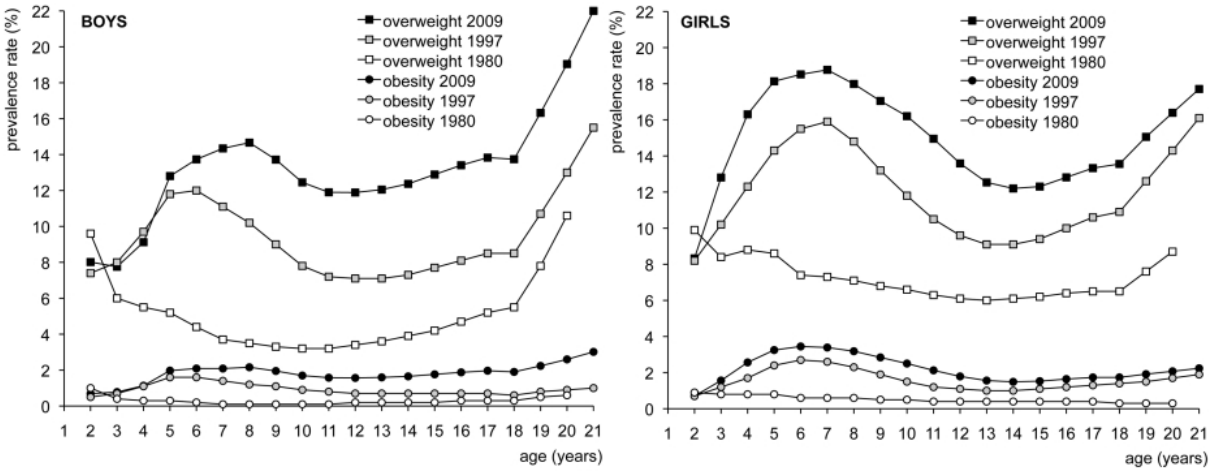



**Figuur 7.** Het complexe onderliggende mechanisme voor het verband tussen overgewicht en dementie met betrekking tot toegenomen vetopslag, verschillende metabole stoornissen en opeenhoping van amyloid-bèta in het brein (Luchsinger & Gustafson, 2009).

## 2.4 Epidemische toename van overgewicht vraagt om preventie op jonge leeftijd

In 2013 had 53% van alle Nederlandse mannen vanaf twintigjarige leeftijd overgewicht. 11% van de mannen heeft overgewicht met een BMI hoger dan 30 en heeft dus te maken met obesitas. Nederlandse vrouwen hebben gemiddeld iets minder last van overgewicht, namelijk 44%. Het obesitaspercentage bij vrouwen is echter hoger vergeleken met mannen, namelijk 13%. In de afgelopen dertig jaar zijn de Nederlandse prevalentiecijfers voor overgewicht met ruim 50% gestegen, waardoor er van een epidemie gesproken wordt (JOGG, 2015).

Ook de prevalentiecijfers voor overgewicht en obesitas bij Nederlandse kinderen van alle leeftijden zijn de afgelopen dertig jaar flink toegenomen (figuur 8) (Schönbeck et al., 2011). In 2013 had 13%, 1 op de 7, van alle kinderen en jongeren overgewicht en 3% obesitas. In de afgelopen dertig jaar zijn deze prevalentiecijfers voor Nederlandse kinderen en jongeren met ruim 40% gestegen (JOGG, 2015).




**Figuur 8.** Toename van prevalentie overgewicht en obesitas bij Nederlandse jongens en meisjes per leeftijd in 1980, 1997 en 2009 (Schönbeck *et al.*, 2011).

### *2.4.1 Toename zorgkosten en afname arbeidsgeschiktheid en maatschappelijke participatie*

Een onderzoek in 2007 wees uit dat de financiële zorgkosten voor alle T2DM-patiënten in Nederland bijna een miljard euro waren. In werkelijk is dit bedrag nog hoger, omdat overgewicht en T2DM tot zoveel andere fysieke en psychische aandoeningen en ziekten kan leiden en deze indirecte kosten weer onderverdeeld worden in andere zorgsectoren (Diabetesfonds, 2015). 70% van de totale zorgkosten in Nederland wordt gerelateerd aan de gevolgen van overgewicht en gerelateerde metabole stoornissen (JOGG, 2015). Als gevolg van de decentralisaties is de gemeente Groningen verantwoordelijk geworden voor taken omtrent de lokale zorg. Doordat de overgewichtsproblematiek steeds groter wordt, zou de gemeente de verwachte vraag op zorg en zorgkosten in de toekomst niet kunnen realiseren.

Naast hoge zorgkosten, nemen andere kosten met betrekking tot arbeidsongeschiktheid en afgenomen maatschappelijke participatie ook toe als gevolg van een toename in overgewichtsprevalentie (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, Diabetesfond, 2015). Een kwart van alle Nederlandse T2DM-patiënten met een leeftijd tussen 16 en 64 jaar is deels of geheel arbeidsongeschikt (Diabetesfond, 2015). De gemeente Groningen wil voorkomen dat haar inwoners, en met name kinderen, beperkt worden door overgewicht en de vele gerelateerde pathologische gevolgen om mee te kunnen doen in de samenleving en/of zich te kunnen ontwikkelen. De gemeente moet willen voorkomen dat te dikke kinderen daadwerkelijk chronisch zieke kinderen en/of jongvolwassenen worden, wanneer de cascade van metabole stoornissen zodanig heeft doorgezet dat onderliggende fysiologische veranderingen niet meer omkeerbaar zijn (figuur 5).

### *2.4.2 Gezondheidswinst boeken met voorkomen pre-diabetesontwikkeling bij kinderen*

In Nederland zijn het aantal T2DM-patiënten tussen 2000 en 2011 met ruim de helft gestegen. Wanneer niets verandert met betrekking tot leefstijl- en/of behandelingsmethoden zullen in 2030 ruim 1,2 miljoen Nederlanders gediagnostiseerd zijn met T2DM. Het gevaar bij T2DM is dat er ten eerste veel meer patiënten bestaan, maar niet zichtbaar zijn. Dat wil zeggen dat in Nederland momenteel minstens 200.000 individuen onbekend zijn met hun ziekte en niet gediagnostiseerd zijn met T2DM (Diabetesfonds, 2015). Dit is mogelijk, omdat de symptomen van T2DM-ontwikkeling niet direct merkbaar en heftig zijn als die van T1DM. Insuline wordt bij T2DM in eerste instantie nog wel aangemaakt en afgegeven, waardoor glucosemetabolisme in cellen op zekere hoogte mogelijk blijft (bijlage 3). Op deze manier kan een ziektebeeld als T2DM zich onopvallend ontwikkelen, terwijl onderliggende fysiologische veranderingen plaatsvinden met gevolgen voor de lange termijn. Dit vermoeilijkt een vroege diagnose en behandelingsplan (Johnson et al., 2010).

Ten tweede is T2DM een dreigende ziekte met epidemische omvang, omdat veel individuen zich in een pre-diabetische toestand verkeren, maar uiteindelijk T2DM zullen ontwikkelen wanneer zij hun bewegings- en voedingspatroon niet veranderen (Johnson et al., 2010). Volgens het RIVM bevinden minstens 750.000 Nederlanders zich in deze onzichtbare gevarenzone, omdat hun glucosemetabolisme dusdanig verstoord is. Een derde deel van deze risicogroep zal naar verwachting binnen zes jaar T2DM hebben ontwikkeld (Diabetesfonds, 2015).

De gemeente Groningen kan gezondheidswinst boeken wanneer de ontwikkeling van vele onzichtbare pre-diabetesgevallen als gevolg van overgewicht bij kinderen voorkomen wordt. Wanneer T2DM eenmaal gediagnostiseerd is, zijn symptomen van het ziektebeeld alleen te behandelen en metabole veranderingen niet meer terug te draaien. Het is dan te laat, omdat er sprake is van een chronische opsomming van metabole stoornissen en pathologische aandoeningen. Een gezonde leefstijl tijdens de jeugd kan als voorbeeld dienen voor de rest van de levensjaren, waarbij metabole processen in balans blijven.

## 2.5 Conclusie: kennis van onderliggende mechanismen is de grondslag

De overgewichtsproblematiek is ernstiger dan een straatbeeld met te dikke kinderen. Overgewicht tegengaan als resultaat van een continu positieve energiebalans is complexer dan iets minder eten en iets meer bewegen. Onderliggende fysiologische processen veranderen namelijk dusdanig dat er onomkeerbare metabole stoornissen op de lange termijn kunnen ontstaan. Daarnaast zijn deze onderliggende veranderingen sluipend en onzichtbaar van karakter. Metabole stoornissen vergroten het risico op de ontwikkeling van chronische aandoeningen en ziekten zoals T2DM, hart- en vaatziekten, kanker, luchtwegenziekten, artrose, steatohepatitis, onvruchtbaarheid, depressie en dementie. Daarnaast worden verouderingsprocessen versneld, neemt de levenskwaliteit af en neemt de kans op vroegtijdig overlijden toe.

Al deze gerelateerde gezondheidsverliezen brengen hoge zorgkosten, arbeidsongeschiktheid en afgenomen maatschappelijke participatie met zich mee. Iets wat de gemeente Groningen uit ambitieus en financieel oogpunt wil voorkomen, om de regie op het eigen leven te stimuleren. De epidemische toename van overgewicht en obesitas vraagt allereerst om preventie van pre-diabetesontwikkeling bij kinderen. Op deze manier wordt voorkomen dat te dikke kinderen ook daadwerkelijk chronisch zieke volwassenen worden.

Kennis van de complexiteit van onderliggende fysiologische mechanismen met betrekking tot energiebalans, metabolisme en verhoogde gezondheidsrisico's is de grondslag voor preventiebeleid. Een biomedisch denkkader als fundamentele basis is op de lange termijn een meerwaarde voor de gemeente Groningen om ook in de toekomst beleidstheorieën en interventiemogelijkheden beter te beoordelen.

# 3. Individuele verschillen bepalen risico op pre-diabetes

## 3.1 Introductie

In hoofdstuk 2 is het belang van de kennis van de onderliggende fysiologische mechanismen van energiebalans en metabolisme benadrukt. Leefstijlkeuzes kunnen de energie-inname verhogen en het energieverbruik verlagen waardoor metabole processen in onbalans raken. Verstoring van deze processen leidt tot metabole veranderingen en is gerelateerd aan verscheidende gezondheidsrisico's, chronische aandoeningen en ziekten en vroegtijdig overlijden.

Toch is het ene lichaam in staat efficiënter met energie om te gaan dan het andere lichaam. In dit hoofdstuk wordt het belang van individuele verschillen voor metabole processen beschreven. Ieder individu heeft een unieke metabolisme, waardoor de één kwetsbaarder voor de ontwikkeling van metabole stoornissen is dan de ander. Genetische achtergronden kunnen het risico op een verstoorde energiebalans vergroten. Wanneer de gemeente Groningen bekend is met deze individuele metabole verschillen en aanleg, kan vroeg-signalering en preventie door veranderingen in de omgeving de ontwikkelingsstap van overgewicht naar moeilijker omkeerbare metabole stoornissen en pre-diabetes voorkomen. Bevestiging en/of ontkrachting van aannames over gezondheidsrisico's bij bevolkingsgroepen ondersteunen het preventiebeleid van de gemeente Groningen.

## 3.2 Individuele factoren bepalend voor metabole processen en energieverbruik

De theorie van de energiebalans, energie-inname moet gelijk zijn aan energieverbruik (hoofdstuk 2), is in werkelijkheid iets gecompliceerder door individuele verschillen. Dezelfde mate van energie-inname of -verbruik kunnen een ander effect hebben voor het ene individu vergeleken met het andere. Per individu en per moment van de dag kan de metabolic rate (MR), oftewel het energieverbruik, erg verschillen. De efficiënte van metabole processen in het lichaam is afhankelijk van zeven onderliggende factoren op metabool niveau.

### *3.2.1 Meer spiermassa, meer energieverbruik*

Ten eerste beïnvloedt de hoeveelheid spiermassa van een individu hoeveel energie hij of zij verbruikt. Spierweefsel verbruikt namelijk meer energie en heeft een hogere zuurstofconsumptie vergeleken met vetweefsel. Een toename in spierweefsel, bijvoorbeeld door krachttraining, resulteert daarom in een hogere individuele MR. De verhouding tussen spier- en vetweefsel bepaalt op deze manier de efficiëntie van het dagelijkse energieverbruik (Johnson *et al.*, 2010).

De basal metabolic rate (BMR) is de laagste waarde van de individuele MR tijdens rust (hoofdstuk 4). Een hoog spiermassapercentage leidt ook tot toename van de BMR (Johnson *et al.*, 2010, Levine, 2004). Dat wil zeggen dat een individu met meer spierweefsel zelfs tijdens rust meer energie verbruikt, vergeleken met een individu met minder spierweefsel.

### *3.2.2 Mannen verbruiken meer energie dan vrouwen*

Geslacht is de tweede bepalende factor voor energieverbruik, sinds volwassen mannen een hogere BMR hebben dan volwassen vrouwen, respectievelijk 1.0 tegenover 0.9 kcal/uur/kg lichaamsgewicht. Mannen verbruiken in rusttoestand gemiddeld meer energie, omdat zij een lager vetweefsel- en een hoger spiermassapercentage hebben vergeleken met vrouwen (Johnson *et al.*, 2010, Levine, 2004). Daarnaast doen mannen, vergeleken met vrouwen, vaak zwaarder lichamelijke activiteiten tijdens werk- en vrije tijd (Levine, 2004).

### *3.2.3 Hogere leeftijd, minder energieverbruik*

Leeftijd is een derde bepalende factor voor individuele verschillen in MR. Een hogere leeftijd wordt geassocieerd met een lagere MR, onafhankelijk van geslacht. Dus hoe ouder een individu is, des te minder energie hij zal verbruiken. Een deel van deze afname wordt veroorzaakt door een afname in spiermassapercentage, net als vrouwen hier van nature minder van hebben (Johnson *et al.*, 2010, Levine, 2004). Daarnaast wordt veroudering in verband gebracht met afname van lichaamsactiviteit. Wanneer tijdens ouderdom minder wordt bewogen als gevolg van minder mobiliteit door een beperking, wordt dagelijks ook minder energie verbruikt (Levine, 2004).

### *3.2.4 Minder actief, minder energieverbruik*

Als vierde factor is het activiteitsniveau logischerwijs bepalend voor de toename van de MR. Bij spiercontractie door fysieke activiteit zoals bij lopen en fietsen wordt meer energie verbruikt vergeleken met de bezigheden zitten en liggen (Johnson *et al.*, 2010, Levine, 2004). De mate van activiteit van een individu kan erg variëren op verschillende momenten van de dag en tussen individuen (Johnson *et al.*, 2010, Levine *et al.*, 2005).

Alle individuele factoren bepalend voor metabole processen en energieverbruik hangen met elkaar samen. Geslacht, leeftijd, lichamelijke beperkingen en genen beïnvloeden de actieve of inactieve gedragskeuzes van een individu.

### *3.2.5 Meer energieverbruik na eten van een maaltijd*

De MR neemt toe afhankelijk of een individu net een maaltijd heeft gegeten. Deze vijfde factor voor verschillen in energieverbruik over de dag is gebaseerd op dieet-geïnduceerde thermogenese (hoofdstuk 4) (Johnson *et al.*, 2010, Levine, 2004). Dat wil zeggen dat het menselijk lichaam energie verbruikt om energie tot zich te nemen, om het vervolgens weer te verbruiken.

De mate van dieet-geïnduceerde thermogenese is afhankelijk van de kwaliteit en kwantiteit van de maaltijd. Het eten van vet voedsel resulteert in weinig dieet-geïnduceerde thermogenesis en weinig extra energieverbruik, terwijl een eiwitrijke maaltijd tot de meeste warmteproductie leidt (Johnson *et al.*, 2010). Gemiddeld is 10% van het dagelijkse energieverbruik gerelateerd aan het thermische effect bij het eten van een maaltijd (Levine, 2004).

### *3.2.6 Hormoonlevels bepalend voor energieverbruik*

Als zesde factor kunnen hormoonlevels resulteren in variërend energieverbruik tussen individuen en dagdelen. Verhoogde afgifte van schildklierhormonen en catecholamines, zoals de bijnierhormonen adrenaline en noradrenaline, verhogen het BMR. Daarnaast kunnen peptiden die in eerste instantie de voedselinname beïnvloeden ook het metabolisme en het energieverbruik beïnvloeden (Johnson *et al.*, 2010).

### *3.2.7 Genetische aanleg voor efficiëntie energieverbruik*

De zevende en minstens zo belangrijke factor die effect heeft op het individuele energieverbruik is de invloed van genen. Verschillende genetische achtergronden resulteren in verschillen in efficiëntie van metabolisme. Hierdoor wordt bij het ene individu energie snel en efficiënt opgeslagen in vetweefsel, terwijl bij het andere individu energie niet direct wordt opgeslagen en meer energie verloren gaat aan warmteverlies (Johnson *et al.*, 2010, Levine, 2004). In een maatschappij waar de prevalentie van overgewicht toeneemt, wordt het voordeliger om een minder efficiënt metabolisme te hebben.

Daarnaast bepaalt erfelijkheid voor 29 tot 62% de mate van lichaamsactiviteit. Het ene individu is geneigd om meer spontaan lichaamsactief te zijn dan het andere individu. Het zit wel of niet in iemand, aangestuurd door genen, om bijvoorbeeld drukke gebaren te maken of nerveus te friemelen. Alle soorten activiteit van alle soorten intensiteit bepalen de som van het dagelijkse energieverbruik (Levine, 2004).

### *3.2.8 BMI niet alleszeggend door individuele metabole verschillen*

De BMI wordt vaak als een individuele factor gezien bepalend voor verschillen in metabolisme en energieverbruik. De BMI-waarde van een individu moet echter enkel gezien worden als een ruwe schatting voor het vaststellen van overgewicht of obesitas. De BMI bepaalt enkel de verhouding tussen lichaamsgewicht en -lengte en geeft geen informatie over lichaamsomvang en de locatie of het percentage van lichaamsvet (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, Huxley *et al.*, 2008). Deze factoren zijn bepalender voor gezondheidsrisico's, ondanks een "gezonde" BMI. Door verschillen in energieverbruik, energie-opslag, lichaamsbouw en vet-spierweefselverhouding is het risico op metabole stoornissen en daaropvolgende aandoeningen per individu uiteenlopend, onafhankelijk van een afgesproken BMI-norm.

## 3.3 Vroeg-signalering en stimulerende omgeving nodig bij risicogroepen

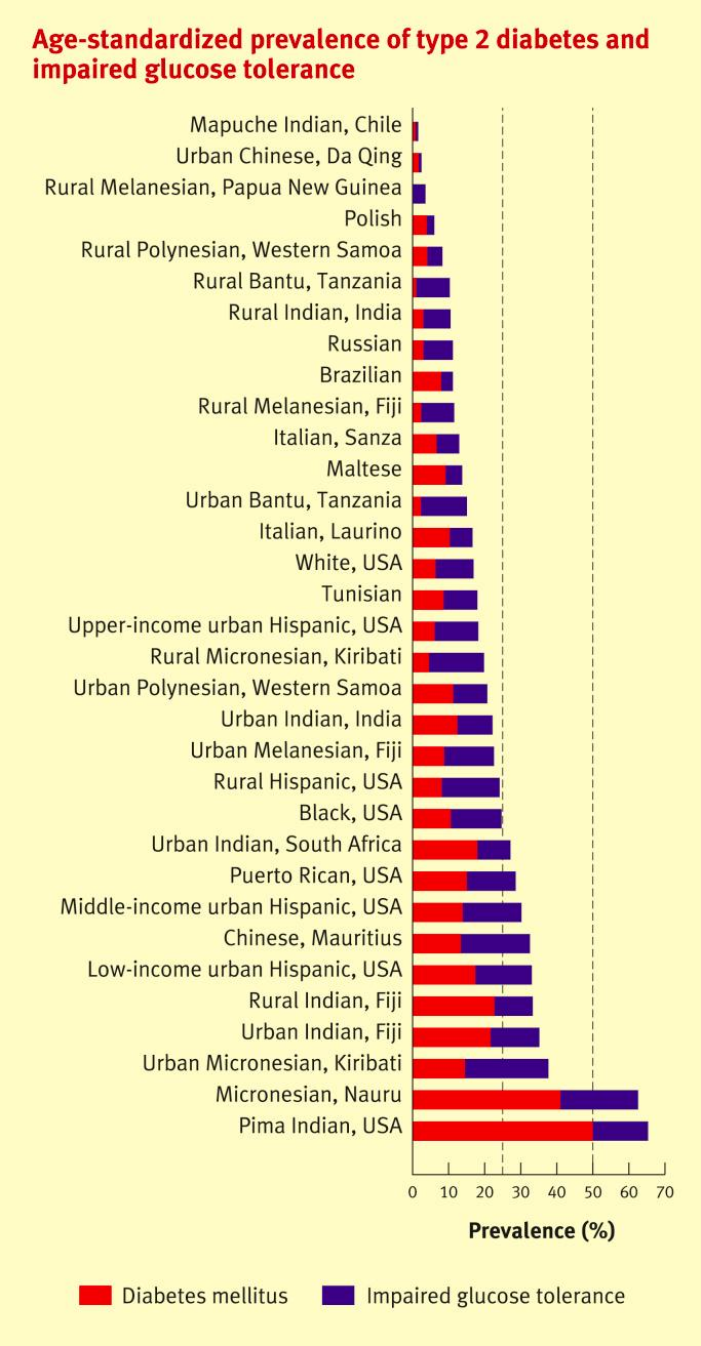
De prevalentie van overgewicht, obesitas en T2DM in de Westerse wereld neemt de laatste jaren epidemische vormen aan (Diabetesfonds, 2015, Elinder & Jansson, 2009, Forouhi & Warehem, 2014, Huxley *et al.*, 2008, Johnson et al., 2010, JOGG, 2015, Levine et al., 2011, Lobstein *et al.*, 2015). Tussen landen en bevolkingsgroepen zijn verschillen in prevalentie zichtbaar afhankelijk van leefstijl en genetische aanleg (figuur 9).

### *3.3.1 Genetische aanleg vergroot risico op ontwikkeling metabole stoornissen*

Eén van de bekende genetische factoren die kinderen kwetsbaar maken voor de ontwikkeling van obesitas en metabole stoornissen is de variatie in het adiponectine-gen. Dit gen is betrokken bij de regulatie van plasmaglucose en de afbraak van vetzuren. Het eiwit adiponectine heeft daarbij een anti-ontstekingswerking en vermindert de activiteit van schadelijke vrije radicalen. De concentratie van adiponectine is afgenomen bij kinderen met overgewicht of obesitas vergeleken met een gezond gewicht. Verminderde adiponectinefunctie resulteert in verstoring van metabole processen en chronische ontsteking. Variatie in het adiponectine-gen kan op deze manier de aanleg voor metabole stoornissen versterken (Sypniewska, 2015).

Door genetische aanleg komt de ontwikkeling van obesitas, met name de gevaarlijke vetopslag in de onderbuik, T2DM en hypertensie in landen in Azië en Latijns-Amerika vaker voor vergeleken met andere landen (figuur 11) (Forouhi & Warehem, 2014, James, 2008, Johnson *et al.*, 2010). Door genetische verschillen hebben deze risicogroepen andere lichaamsverhoudingen die de kans op ontwikkeling van metabole stoornissen verhogen. De verhouding van vet- en spierweefsel, orgaangrootte en -functie en metabolisme zijn hierbij belangrijke factoren die meespelen (James, 2008).

In Nederland heeft 37% van de bevolkingsgroep met een Hindostaans-Surinaamse afkomst ouder dan 60 jaar diabetes mellitus (DM). De oorzaak hiervan is een genetische aanleg om geboren te worden met een laag lichaamsgewicht, maar met een hoge verhouding vetweefsel. Daarbij is de plasmaconcentratie van insuline bij deze baby's verhoogd, wat ze aangeboren insulineresistenter maakt. Daarnaast stimuleert het gemiddelde voedingspatroon in de Hindostaans-Surinaamse cultuur de groei van vetweefsel (Diabetesfond, 2015). Andere bevolkingsgroepen in Nederland, zoals Marokkanen en Surinamers, hebben ook genetische aanleg om metabole stoornissen te ontwikkelen. Vergeleken met autochtone Nederlanders ontwikkelt T2DM zich 2 tot 3 keer vaker bij Nederlanders met een Marokkaanse of Surinaamse afkomst (Diabetesfonds, 2015).




**Figuur 9.** De landelijke verschillen omtrent prevalentie (%) van T2DM (rood) en glucose-intolerantie (blauw) gecorrigeerd voor leeftijd (Forouhi & Warehem, 2014).

### *3.3.2 Meer vroeg-signalering bij kinderen met een genetische aanleg*

Met deze kennis kan de gemeente Groningen met behulp van vroeg-signalering voorkomen dat de ontwikkeling van metabole stoornissen bij kinderen in deze risicogroepen escaleert. Momenteel wordt een kind tijdens de gehele basisschooltijd twee keer, in groep 2 en 7, gescreend voor onder andere overgewicht door een jeugdverpleegkundige. De fluctuaties daartussen en de soort gewichtstoename, plotseling of geleidelijk, zijn daardoor lastig waar te nemen. Wanneer een kind door een genetische aanleg kwetsbaar is om overgewicht te ontwikkelen is een derde meetmoment wenselijk om eventuele sluipende veranderingen vroeg te kunnen signaleren (Post, 2015). Op deze manier kunnen onderliggende metabole

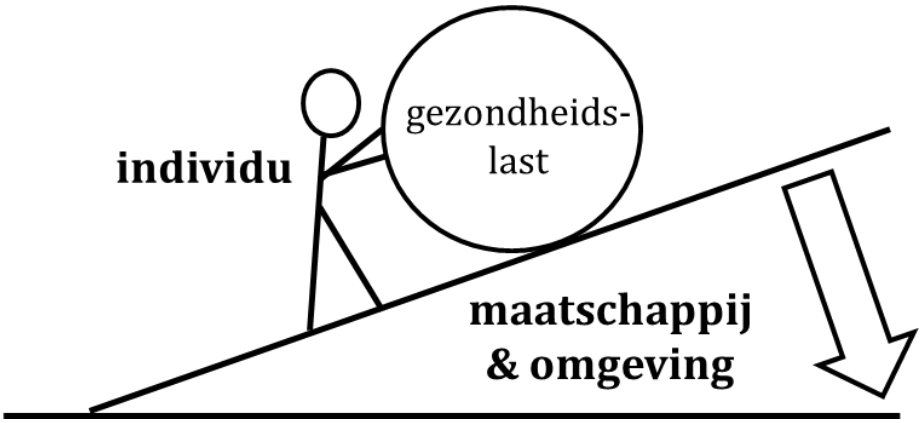
veranderingen met behulp van gedragsverandering voorkomen worden, voordat metabole stoornissen onomkeerbaar zijn.

Gedragsverandering is effectief wanneer deze aansluit bij de leefstijl en culturele omgeving waarin het kind wordt opgevoed. Zo wordt geconstateerd dat allochtone kinderen van huis uit niet worden gestimuleerd om buiten te gaan spelen, omdat er vanuit de cultuur wordt geloofd dat zij in het Nederlandse klimaat vrijwel altijd kou zouden vatten. Ook fietsen wordt als onbekend en gevaarlijk gezien (Poletiek, 2015). Op deze manier wordt makkelijke onbewuste beweging, zoals buiten spelen en fietsen, door deze kinderen gemist. Bij deze groep zou juist de nadruk moeten liggen op de onbewuste beweging die ook binnen, in een "veilige" omgeving, uitgevoerd kan worden.

### *3.3.3 Invloed op sociale en fysieke omgeving kwetsbare individuen*

Voor de gemeente Groningen zijn allochtone bevolkingsgroepen en individuen met een lage SES moeilijk te bereiken of te begeleiden om een gezonde leefstijl te stimuleren. Juist deze kwetsbare groepen hebben vaak een vergroot risico om overgewicht, metabole stoornissen en T2DM te ontwikkelen (Diabetesfonds, 2015). Om de gezondheidsproblematiek en SEGV toch aan te kunnen pakken, zijn er mogelijkheden voor de gemeente om de omgeving van het kwetsbare individu te beïnvloeden. Wanneer de ongezonde en verleidende omgeving substantieel veranderd wordt, zullen gezonde gedragskeuzes vanzelfsprekender zijn (James, 2008). De sociale en fysieke omgeving moet als een voorbeeld dienen en uitdagend zijn, zodat een gezonde leefstijl onbewust gestimuleerd wordt (JOGG, 2015). Waar de gemeente wel effect op heeft, is kennis en enthousiasme overbrengen op het sociale netwerk van het kind, de intermediairs in de wijk die dichtbij het kind staan. De gemeente heeft ook de mogelijkheden om verbindingen te leggen tussen actoren en te faciliteren (figuur 2 Doelboom).

Wanneer een individu door genetische aanleg, afkomst, SES of andere oorzaken een groter risico heeft om metabole stoornissen te ontwikkelen, moet dit niet een gezondheidslast zijn die individueel gedragen moet worden. Substantiële veranderingen in de maatschappij door lokaal gezondheidsbeleid ondersteunen de vanzelfsprekendheid van een gezonde leefstijl, waardoor de helling van de individuele gezondheidslast verlaagd wordt (figuur 10). De gemeente kan het kwetsbare individu alsnog indirect bereiken door haar invloed op de sociale en fysieke omgeving.




**Figuur 10.** De gemeente kan met behulp van veranderingen in de sociale en fysieke omgeving van het kwetsbare individu de helling van de individuele gezondheidslast verlagen wanneer de maatschappij een voorbeeld is voor een vanzelfsprekende, gezonde leefstijl (eigen ontwerp).

### 3.4 Conclusie: Individuele verschillen bepalen risico op pre-diabetes

Het lichaam van het ene individu is efficiënter in staat om met energie om te gaan dan het andere individu. Ieders metabolisme is uniek, afhankelijk van spiermassa, geslacht, leeftijd, activiteit, eetpatroon, hormoonlevels en genen. Op deze manier bestaat er variatie in kwetsbaarheid voor de ontwikkeling van metabole stoornissen tussen individuen. Bevolkingsgroepen in Azië en Latijns-Amerika en Nederlanders met een Hindostaans-Surinaamse, Marokkaanse of Surinaamse afkomst hebben een groter risico om overgewicht, metabole stoornissen en T2DM te ontwikkelen. Juist deze kwetsbare groep is voor de gemeente Groningen vaak moeilijk te bereiken.

Met de achtergrondkennis over het belang van individuele metabole verschillen en risicogroepen kan de gemeente Groningen haar preventiebeleid specifiek voor deze doelgroep efficiënter maken en SEGV verkleinen. Met behulp van meer vroeg-signalering bij kinderen met een genetische aanleg kan voorkomen worden dat een verstoorde energiebalans niet escaleert tot de ontwikkeling van metabole stoornissen en pre-diabetes. Daarnaast heeft de gemeente de mogelijkheden om de sociale en fysieke omgeving van het kwetsbare individu te beïnvloeden. Substantiële veranderingen in de maatschappij stimuleren een vanzelfsprekende, gezonde leefstijl en verlagen de individuele gezondheidslast.

# 4. Nieuwe kansen preventie pre-diabetes op basis van NEAT

## 4.1 Introductie

De gemeente Groningen is geïnteresseerd en reeds actief om bij kinderen een gezonde leefstijl te stimuleren en overgewicht te voorkomen. Met het huidige preventiebeleid en bestaande initiatieven wordt met name gefocust op interventiemogelijkheden gebaseerd op voeding en sport. Verschillen in leefstijl onder andere leiden op dit moment tot een toename van SEGV tussen de verschillende wijken in Groningen. Wanneer preventiebeleid, waarbij voeding en sport centraal staan, niet alle doelgroepen bereikt, zou de vanzelfsprekendheid van meer alledaagse activiteit en beweging gestimuleerd moeten worden (Levine, 2004).

De nieuwe interventiemogelijkheid geïntroduceerd in dit hoofdstuk is gebaseerd op de stimulatie van deze "gewone en simpele" beweging in het dagelijkse leven. Naast voeding en sport, is interventie op basis van non-exercise activity thermogenesis (NEAT) een derde interventiemogelijkheid die nieuwe kansen biedt voor de gemeente om overgewicht bij kinderen aan te pakken (figuur 2 Doelboom) (Levine, 2004, Levine *et al.*, 2006, Levine *et al.*, 2011, Novak & Levine, 2007). In dit hoofdstuk wordt de benadering van NEAT uitgewerkt die aansluit bij de doelgroep in de aandachtswijken. Beleid gebaseerd op deze wetenschappelijke onderbouwing versterkt het politieke draagvlak voor aanvullende interventie.

## 4.2 Zitten is het nieuwe roken

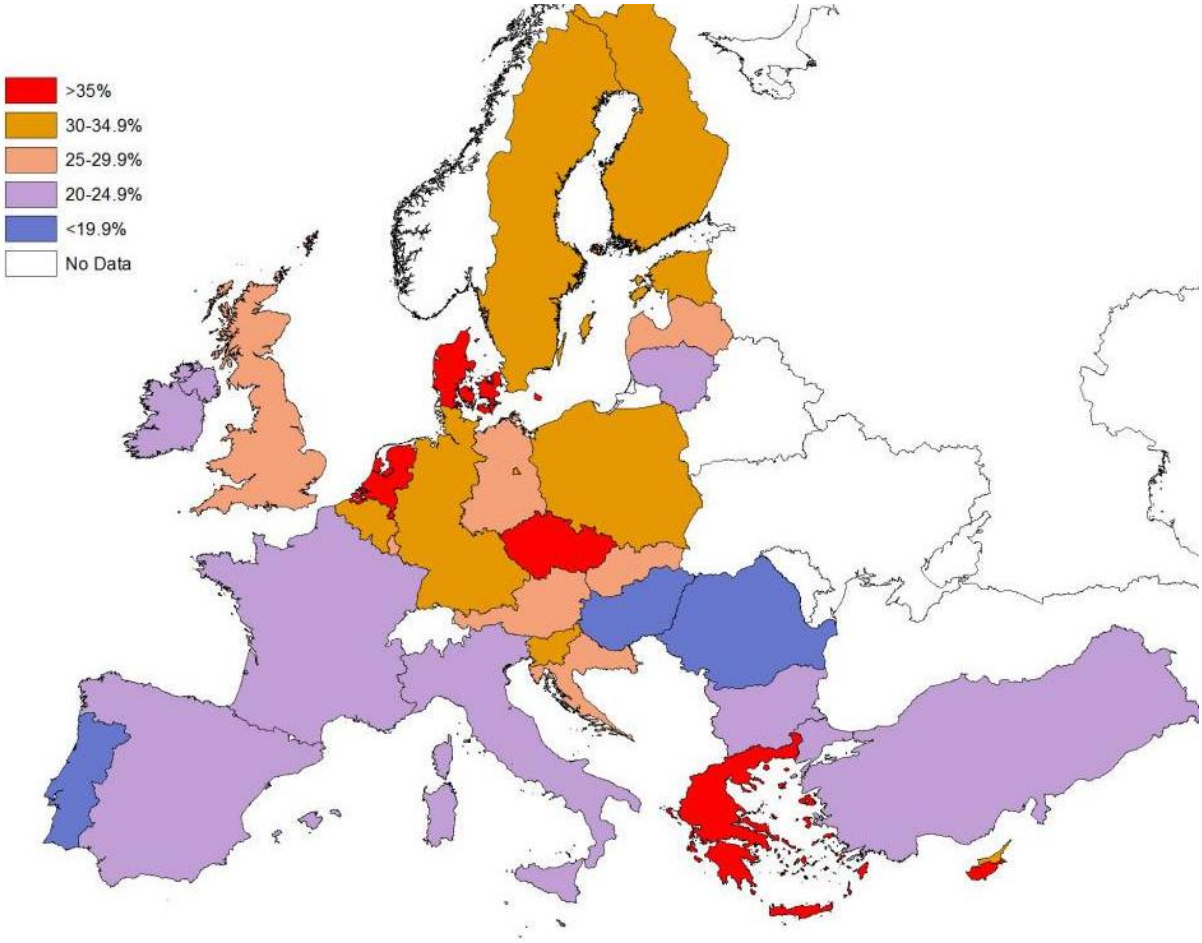
Volgens een groot Europees onderzoek is Nederland Europees kampioen zitten. Nederlanders zitten gemiddeld 407 minuten per werkdag stil. Dit houdt in dat er naast de nachtrust nog eens bijna zeven uren wordt gezeten. In dit geval wordt van een sedentaire of inactieve leefstijl gesproken. De buurlanden van Nederland blijken gemiddeld een minder ernstige sedentaire leefstijl te hebben. België zit gemiddeld 5.7 uren en Duitsland 5.8 uren. Werknemers in Noordwest-Europese landen blijken over het algemeen meer te zitten in vergelijking met werknemers in zuidoost-Europese landen (figuur 11) (Bennie *et al.*, 2013).

### *4.2.1 Sedentaire en inactieve leefstijl verlaagt het dagelijkse energieverbruik*

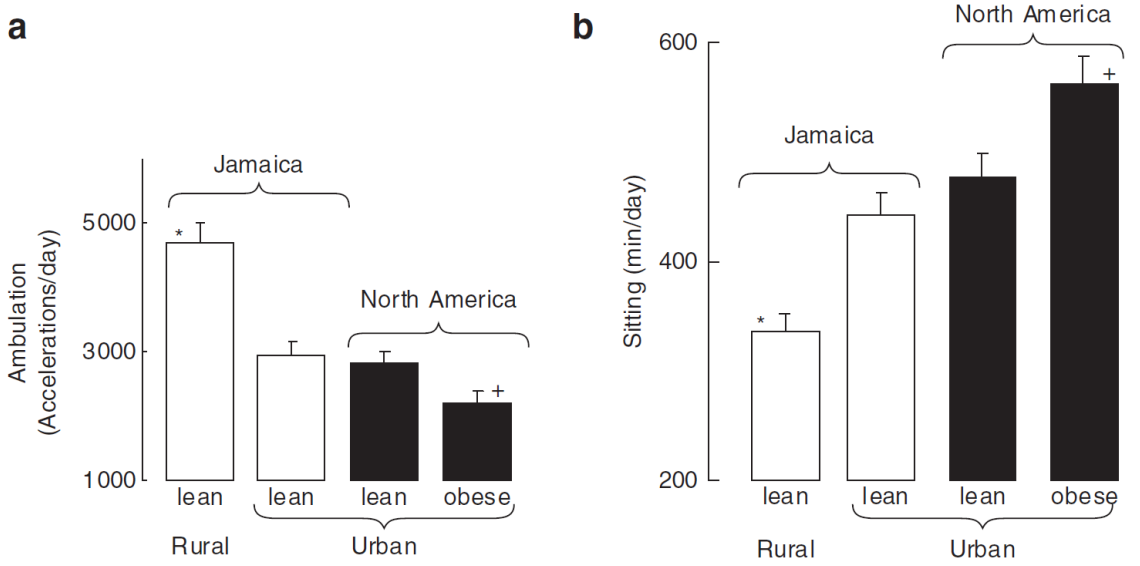
Sedentair gedrag wordt gedefinieerd met behulp van de mate energieverbruik gemeten in metabolic equivalents (METs). Wanneer het aantal METs van een activiteit niet boven het aantal METs tijdens rustmetabolisme uitkomt, wordt van sedentair of inactief gedrag gesproken. Het energieverbruik tijdens rust in wakkere toestand ligt tussen 1.0-1.5 METs. Het energieverbruik voor slapen is gemiddeld 0.9 METs, voor joggen 7.0 en voor hardlopen 23.0. Tijdens de activiteiten zitten, liggen en naar televisie of andere beeldschermen zoals computer, iPad, telefoon kijken, komt de MET-waarde niet boven de rustmetabolisme uit. In al deze gevallen wordt gesproken van ongezond, sedentair gedrag, omdat het dagelijkse energieverbruik is afgenomen (NISB, 2015).

Eén van de grootste risico's voor een sedentaire of inactieve leefstijl is wanneer de hoofddagbesteding, zoals werk of school, hoofdzakelijk zittend en/of achter een beeldscherm wordt uitgevoerd (Bennie *et al.*, 2013, NISB, 2015). Ongeveer een derde van de zeven uren die gemiddeld per dag in Nederland gezeten wordt, vindt plaats tijdens het werk of in het verkeer naar en van het werk (Bennie *et al.*, 2013, Jans *et al.*, 2007). Onderzoek toont aan dat bij staand of matig bewegend werk, zoals in een winkel of tijdens het huishouden, gemiddeld 1000 calorieën meer verbruikt worden vergeleken met sedentair werk (Levine, 2004).

Wanneer er tijdens een werkdag in een bepaalde sector veel gezeten wordt, blijkt dit in de vrije tijd helaas niet gecompenseerd te worden met een toename in het energieverbruik (Jans *et al.*, 2007). Het wonen in een stedelijke omgeving wordt negatief gecorreleerd met dagelijkse loopactiviteit en positief gecorreleerd met een sedentaire leefstijl. Wonen en werken in de agrarische sector op het platteland heeft een tegenovergesteld effect op de dagelijkse beweging, waardoor het risico op overgewichtsontwikkeling juist afneemt (figuur 12) (Levine *et al.*, 2011).




**Figuur 11.** Landelijke percentages van het aantal vijftienjarigen en ouder die meer dan zeven uur per werkdag stilzitten volgens een groot Europees onderzoek (Bennie *et al.*, 2013).




**Figuur 12.** De verschillen in a) dagelijkse loopactiviteit (ambulation) en b) sedentair gedrag voor plattelands- (rural) en stadsbewoners (urban) in Jamaica en Noord-Amerika waarbij onderscheid is gemaakt voor gezond gewicht en obesitas (Levine *et al.*, 2011).

### *4.2.2 Zitten is dodelijk*

Een sedentaire en inactieve leefstijl wordt gezien als het nieuwe roken (Diabetesfonds, 2015, JOGG, 2015, Wisram, 2015). Het is niet overdreven om zitten met roken te vergelijken. Het dodenaantal als gevolg van gebrek aan beweging is nu al groter dan het dodenaantal als gevolg van roken en longkanker. Deze impact op de maatschappij neemt alleen maar toe (Wisram, 2015). Daarnaast heeft zitten, net als roken, een verslavende werking. Vanuit evolutionair-historisch perspectief is inactiviteit belonend, zodat energiereserves bewaard konden blijven voor schaarse tijden. Zitten wordt nog comfortabeler wanneer de hedendaagse Westerse samenleving zo is ingericht dat je nog maar zo min mogelijk hoeft te bewegen (Levine *et al.*, 2006, Wisram, 2015).

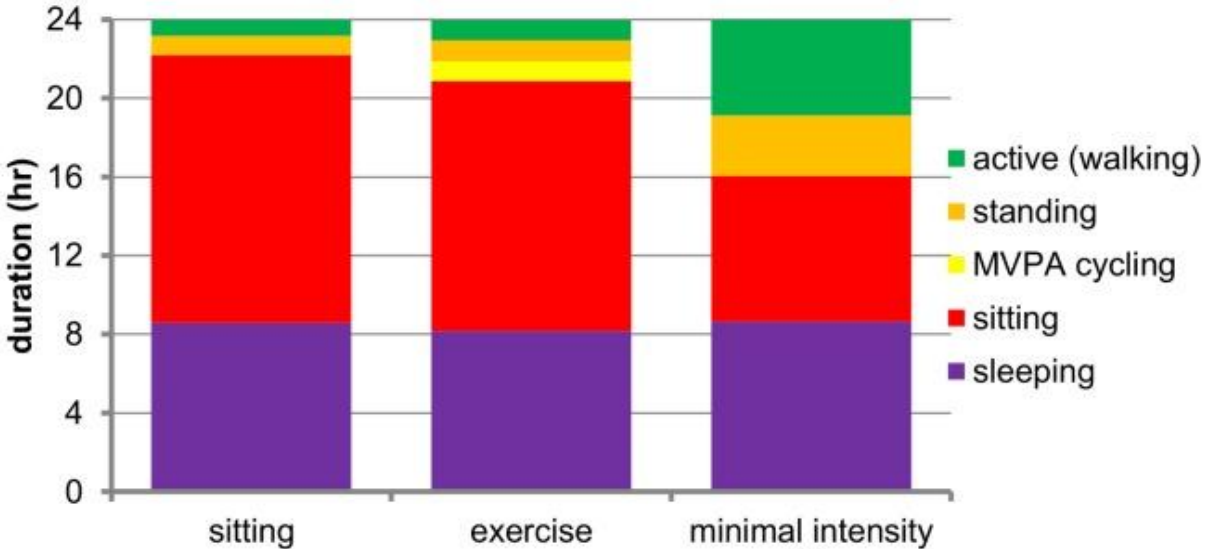
Wanneer door een sedentaire en inactieve leefstijl het dagelijkse energieverbruik verlaagd wordt, neemt de kans op ontwikkeling van chronische metabole stoornissen, T2DM, hart- en vaatziekten en vele andere fysieke en psychische aandoeningen toe (hoofdstuk 2) (Hamilton *et al.*, 2007, Novak & Levine, 2007, Villablanca *et al.*, 2015). Onderzoek toont aan dat bij een gemiddelde zitduur van acht tot elf uren per dag de kans op vroegtijdig overlijden met 15% toeneemt. Bij een zitduur van meer dan elf uren per dag neemt de overlijdenskans met 40% toe (NISB, 2015).

Momenteel wordt nog niet genoeg ingezien hoe ongezond overgewicht, onder andere door langdurig zitten, is. Dit terwijl overgewichts- en obesitasprevalentie epidemische vormen aanneemt, waardoor de regie van mensen op het eigen leven wordt ontnomen. Enkele decennia geleden was roken een onomstreden en alledaagse leefstijlactiviteit. Het was heel normaal dat de leerkracht een pijp rookte voor een volle klas met kinderen. In vergelijking met overgewicht zijn de pathologische gevolgen van roken ook sluipend en werd een gezondheidsprobleem toentertijd niet direct erkend. Vandaag de dag is rookgedrag veel minder geaccepteerd en wordt de omgeving steeds minder uitnodigend om te roken. Door voorlichting, wet- en regelgeving en afspraken met bedrijven en organisaties kunnen gezondere leefstijlkeuzes, zoals niet roken en minder zitten, gestimuleerd worden (JOGG, 2015).

### *4.2.3 Regelmatige licht intensieve activiteit compenseert nadelige effecten zitten*

Lang stil zitten wordt als ongezond beschouwd, omdat met name de benen voor langere tijd niet in actie komen. De beenspieren beslaan het grootste massadeel van de skeletspieren van het menselijk lichaam. Wanneer de beenspieren voor langere tijd niet in beweging komen, wordt er voor een groot deel minder glucose en vet opgenomen uit het bloed en neemt de energie-effectiviteit af (Hamilton *et al.*, 2007, Levine *et al.*, 2011, NISB, 2015, Novak & Levine, 2007, Wisram, 2015). Licht intensieve spiercontractie gedurende de dag, bijvoorbeeld bij staan en lopen, is noodzakelijk om ongezonde moleculaire signalering die metabole stoornissen veroorzaakt te verhinderen (bijlage 3). Beenactie bevordert de bloedsomloop, waardoor hart en vaten gezonder blijven en het risico op bijvoorbeeld trombose afneemt. Onderzoek wijst uit dat het risico op T2DM-ontwikkeling afneemt wanneer langdurig zitten veelvoudig onderbroken wordt (Hamilton *et al.*, 2007, NISB, 2015).

De Nederlandse Organisatie Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO) adviseert tijdens elk zittend uur twee à drie onderbrekingen in te lassen van minimaal twee minuten beenactie (NISB, 2015, Wisram, 2015). Ook met de zithouding moet gevarieerd worden, de beste houding is de volgende houding. Langere duur van beweging met lage intensiteit heeft grotere gezondheidsvoordelen dan kortere perioden van intense activiteit (Wisram, 2015). Een uurtje sporten in de avond kan de negatieve effecten op de insulinegevoeligheid van een lange zittende werkdag niet herstellen. Het is gezonder gedurende de dag vaker matig intensief actief te zijn en minder langdurig te zitten, omdat dan in totaal meer uren energie wordt verbruikt (figuur 13) (Duvivier *et al.*, 2013). Een bijkomend voordeel van meer staan en lopen op de werkvloer is dat meer direct contact mogelijk is, sneller gelezen wordt en sneller tot conclusies wordt gekomen tijdens vergaderingen (Wisram, 2015).




**Figuur 13.** Inzichtelijk figuur hoeveel tijd er wordt besteed aan activiteiten binnen drie verschillende leefstijlcategorieën. De derde staafdiagram laat zien dat bij minder langdurig zitten (rood) in combinatie met matig langdurige, licht intensieve activiteit, zoals staan en lopen, (oranje en groen) er in totaal meer uren energie wordt verbruikt vergeleken met de tweede staafdiagram waarbij meer langdurig gezeten wordt (meer rood) in combinatie met kortdurende sportactiviteit (geel) en minder staan en lopen (minder oranje en groen) (Duvivier *et al.*, 2013).

## 4.3 NEAT is grootste onderdeel om dagelijks energieverbruik te vergroten

De sleur van een inactieve leefstijl kan doorbroken worden. Meer begrip van het dagelijkse energieverbruik van het menselijk lichaam onderbouwt een nieuwe invalshoek en interventiemogelijkheid gebaseerd op NEAT. Wanneer deze aanvullende interventie een serieus onderdeel wordt van de huidige medische aanbevelingen voor gezondheidsbeleid kan een samenleving met een chronisch positieve energiebalans en alle pathologische gevolgen van dien efficiënter voorkomen worden (Novak & Levine, 2007, Villablanca *et al.*, 2015).

De onderliggende mechanismen van NEAT zijn gerelateerd aan de neurologische systemen die verantwoordelijk zijn voor slaap, verslaving en stress. De kans op het ontwikkelen van metabole stoornissen neemt toe naarmate het individu een verstoord slaapritme heeft, meer beloning bij energie-inname en minder beloning bij energieverbruik ervaart en meer last heeft van stress (Novak & Levine, 2007).

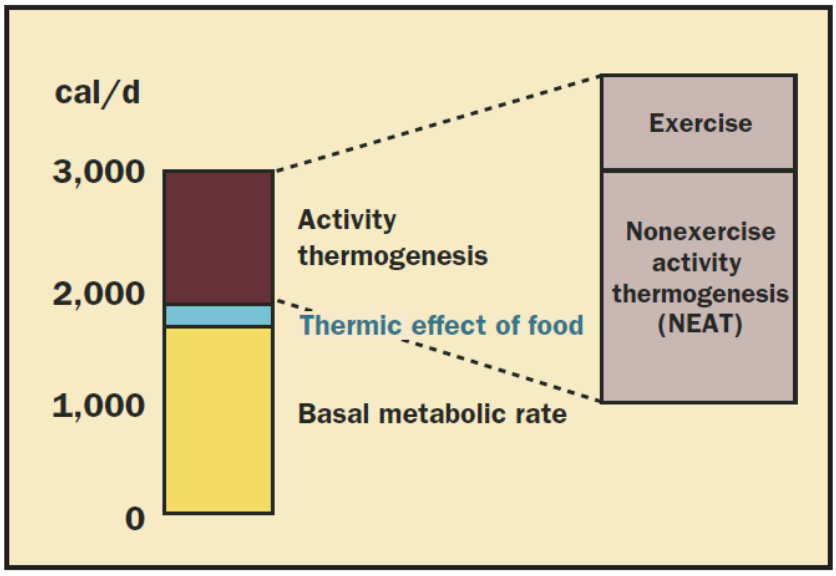
### *4.3.1 Energieverbruik is onder te verdelen in drie componenten*

Het dagelijkse menselijke energieverbruik is onderverdeeld in drie soorten toepassingen van energie (figuur 14). Het grootste component, namelijk 60%, waar energie voor verbruikt wordt in het lichaam is de BMR (hoofdstuk 3). BMR is het deel van het dagelijkse energieverbruik tijdens rust. Ieder individu heeft veel energie nodig voor de belangrijkste standaard lichaamsfuncties om in leven te blijven. De BMR kan gemeten worden wanneer het menselijk lichaam compleet in rust is zonder energie-inname (Johnson *et al.*, 2010, Levine, 2004). Lichaamsgrootte hangt positief samen met de BMR. Hoe groter het individu is, hoe hoger de BMR is. Dit eerste component van het energieverbruik is gebaseerd op onderliggende metabole processen in het lichaam en is niet direct door gedragsverandering te beïnvloeden (Levine, 2004).

Het tweede en kleinste component van het dagelijkse energieverbruik is dieet-geïnduceerde thermogenese (hoofdstuk 3). Dit is het thermische of warmte-effect bij energie-inname. Het kost het menselijk lichaam namelijk eerst energie om vervolgens energie te verkrijgen uit voeding. Dit is de reden dat de lichaamstemperatuur na het eten van een maaltijd stijgt voor een korte termijn. Spijsvertering, absorptie en de opslag van energie vragen om 10% van het dagelijkse energieverbruik (Johnson *et al.*, 2010, Levine, 2004). Lichaamsgrootte

beïnvloedt het thermische effect van energie-inname amper, waardoor dit tweede deel van het dagelijkse energieverbruik niet varieert tussen individuen. Net als de BMR is energie voor het thermische effect van eten niet bewust te beïnvloeden (Levine, 2004).

Het derde deel waar energie voor verbruikt wordt is lichaamsactiviteit. Dit is de thermogenese die nodig is voor mechanische uitwendige arbeid waarbij de skeletspieren energie nodig hebben, zoals beweging en kracht (Johnson *et al.*, 2010, Levine, 2004). Lichaamsgrootte beïnvloedt het dagelijkse energieverbruik vereist voor lichamelijk activiteit (hoofdstuk 3). Toch kan het energieverbruik van twee verschillende individuen met dezelfde lichaamsgrootte verschillen tot wel 2000 calorieën per dag. Dit verschijnsel is niet toe te schrijven aan energieverbruik voor BMR, aangezien dit verbruik sterk afhankelijk is van de lichaamsgrootte. Ook aan de thermische toename na een maaltijd wordt dit verschijnsel niet gerelateerd, aangezien dit warmte-effect slechts klein is voor het dagelijkse energieverbruik. Grote verschillen in energieverbruik tussen individuen kunnen daarom wel verklaard worden door het verschil in energieverbruik voor de thermogenesis van lichaamsactiviteit. Activiteit, als derde component van het dagelijkse energieverbruik, is namelijk wel bewust te beïnvloeden door gedrag of leefstijl. Gemiddeld wordt 30% van het dagelijkse energieverbruik voor lichamelijke, uitwendige activiteit gebruikt (Levine, 2004, Levine *et al.*, 2006).




**Figuur 14.** Het dagelijkse energieverbruik is onderverdeeld in gemiddeld 60% BMR, 10% dieet-geïnduceerde thermogenese en 30% thermogenesis voor activiteit. Lichaamsactiviteit is als enige beïnvloedbaar en onderverdeeld in EAT en NEAT (Levine *et al.*, 2011).

### *4.3.2 Lichaamsactiviteit is onderverdeeld in EAT en NEAT*

Op deze manier is het dagelijkse energieverbruik in de wetenschap decennia lang onderverdeeld in drie componenten. Nieuwe inzichten in de literatuur benadrukken echter een specifieke vierde component van energieverbruik. Het wordt steeds meer duidelijk dat activiteit meer is dan alleen intensieve beweging bijvoorbeeld tijdens sport. De onderverdeling van BMR, het thermische effect van een maaltijd en thermogenese bij activiteit wordt erkend, waarbij de laatste jaren het derde component vervolgens gesplitst wordt in twee soorten van activiteit (Levine, 2004, Villablanca *et al.*, 2015).

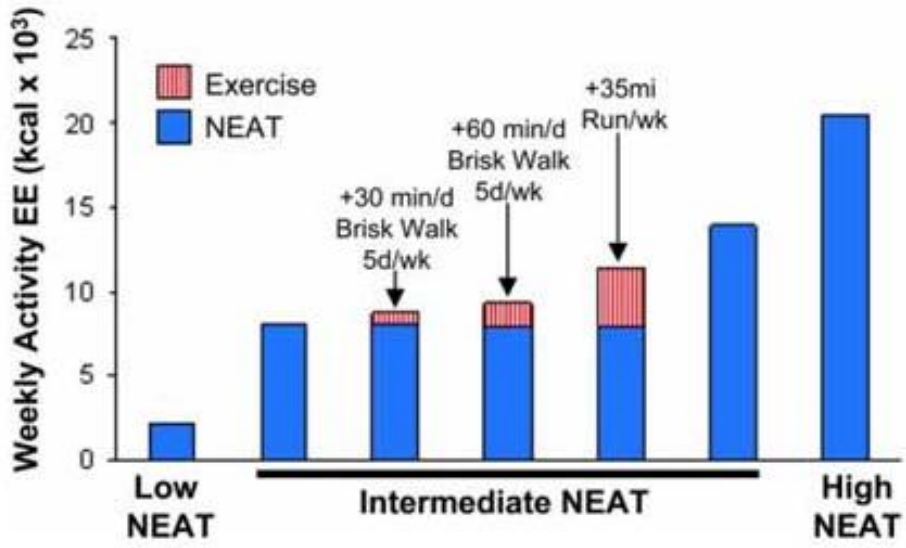
Een groot deel van de menselijke populatie beoefent niet structureel een sport. Met de klassieke driedeling zou hun energieverbruik voor daadwerkelijke activiteit rondom het nulpunt liggen. Het kleinere deel dat wel intensief actief is, verbruikt gemiddeld maar 100 calorieën per dag tijdens het sporten. Om een verschil van 2000 calorieën in energieverbruik voor activiteit tussen even grote individuen te verklaren, is de splitsing van het derde energiecomponent

noodzakelijk (Levine, 2004, Levine *et al.*, 2006). De thermogenese voor activiteit wordt onderverdeeld in de zogenaamde exercise activity thermogenesis (EAT) en non-exercise activity thermogenesis (NEAT) (figuur 14). EAT houdt de beweging in van intensieve mate, zoals in de vorm van sport. Hierbij dient de lichamelijke inspanning het doel om de lichaamsconditie te onderhouden (Levine, 2004).

### *4.3.3 De dagelijkse, onbewuste beweging gebaseerd op NEAT moet vanzelfsprekend zijn*

Tegengesteld aan EAT is NEAT, waarbij de lichamelijke activiteit onbewust en van licht intensieve mate is. NEAT is de som van het energieverbruik van alle dagelijkse, onbewuste activiteit van alle soorten intensiteit tijdens de werk- en vrije tijd. EAT, oftewel intensieve sportachtige activiteit, is hierbij uiteraard uitgezonderd. Slapen en eten worden ook niet als activiteit gerekend, aangezien dit onder BMR en thermische effecten valt. Verschil in NEAT-energieverbruik maakt mensen unieke individuen met variatie in metabolisme-efficiëntie. Het verschil in energieverbruik voor NEAT kan op deze manier oplopen tot 2000 calorieën (Hamilton *et al.*, 2007, Levine, 2004, Levine *et al.*, 2006, Novak & Levine, 2007, Villablanca *et al.*, 2015).

Het verschil tussen een actieve of inactieve, sedentaire leefstijl heeft een grotere impact op het energieverbruik dan men in eerste instantie zou verwachten. Er wordt minder energie verbruikt en er vindt minder spiercontractie plaats tijdens dertig minuten stevig wandelen vijf dagen in de week vergeleken met activiteit gebaseerd op NEAT van gemiddelde intensiteit in dezelfde week (figuur 15). Op deze manier draagt NEAT meer bij aan een gezonde energiebalans en het voorkomen van metabole stoornissen dan sporten volgens de bekende norm (Hamilton *et al.*, 2007).

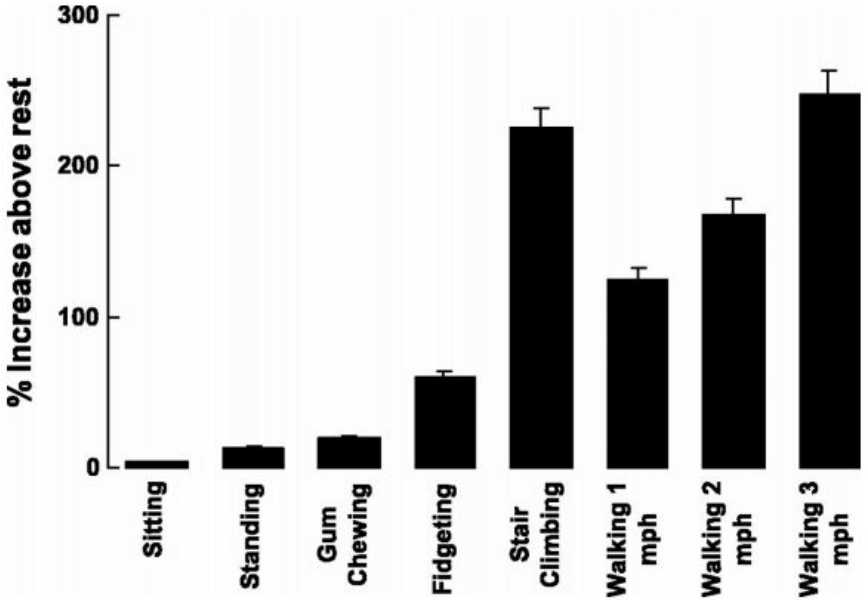



**Figuur 15.** Het wekelijkse energieverbruik gemeten bij lage, gemiddelde en hoge intensiteit van activiteit gebaseerd op NEAY in vergelijking met kortdurende loop- en renactiviteit volgens de bekende norm (Hamilton *et al.*, 2007).

Onder activiteit gebaseerd op NEAT wordt alle “gewone en simpele” beweging in het dagelijkse leven gedurende de hele dag verstaan. Deze gewone en simpele activiteiten waarbij het dagelijkse energieverbruik toeneemt, zijn bijvoorbeeld: staan, lopen, ijsberen, fietsen, huishouden, tuinieren, klussen, koken, winkelen, traplopen, buiten spelen, dansen, muziek spelen, verder weg parkeren, ritmisch bewegen van de voeten, onrustig friemelen, rillen van de kou, praten met handgebaren, uitbundig lachen of bewust kauwen (Hamilton et al., 2007, Levine, 2004, Levine et al., 2006, Villablanca et al., 2015). Tijdens staan wordt gemiddeld dubbel zoveel energie verbruikt vergeleken met zitten (figuur 16). Tijdens kauwen wordt gemiddeld 10%

meer energie verbruikt vergeleken met rust. Wanneer een individu de gewoonte heeft om veel te friemelen, wat vaak gezien wordt als nerveuze onrustigheid, wordt gemiddeld 20 tot 40% meer energie verbruikt vergeleken met rust (Levine, 2004).

Door de industriële revolutie en urbanisatie zijn individuen vandaag de dag in de Westerse wereld van alle gemakken voorzien en is de dagelijkse activiteit sterk afgenomen (Elinder & Jansson, 2009, Levine *et al.*, 2011). De stimulatie van alledaagse, onbewuste activiteit gebaseerd op NEAT is veelbelovend om de overgewichtproblematiek aan te pakken, omdat het verschil in energieverbruik dat gemaakt kan worden benoemingswaardig is. Het stimuleren van NEAT voor een gezonde leefstijl is ook realistisch tijdens werktijd, in plaats van intensieve activiteit die vaak alleen in de vrije tijd mogelijk is. Licht intensieve activiteit gebaseerd op NEAT verweven in de dagelijkse bezigheden van een individu leiden tot een meer vanzelfsprekende gezonde leefstijl (James, 2008, Levine, 2004).




**Figuur 16.** Percentuele toename van energieverbruik tijden voorbeelden van activiteiten gebaseerd op NEAT zoals staan, kauwen, friemelen, traplopen en lopen met verschillende snelheden vergeleken met rust (Levine *et al.*, 2006).

## 4.4 Conclusie: Nieuwe kansen preventie pre-diabetes op basis van NEAT

Zitten, beschouwd als het nieuwe roken, reduceert het dagelijkse energieverbruik enorm. Dit resulteert onder andere in de ontwikkeling van overgewicht, metabole stoornissen en vroegtijdig overlijden. Uit onderzoek blijkt dat een uurtje sporten in de avond de negatieve gezondheidseffecten van een lange, zittende werkdag niet kan herstellen.

Het wordt steeds meer duidelijk dat fysieke activiteit meer is dan alleen maar sport. NEAT is de energie die het lichaam verbruikt tijdens de alledaagse, onbewuste activiteiten en "gewone en simpele" bewegingen. De continuïteit van alle soorten activiteit van alle soorten intensiteit moet gestimuleerd worden om een gezonde energiebalans te onderhouden. Voorbeelden van NEAT zijn staan, lopen, fietsen, huishouden, traplopen, buiten spelen, bewust kauwen, et cetera. Bij regelmatige, spontane activiteit gebaseerd op NEAT wordt meer energie gedurende de dag verbruikt.

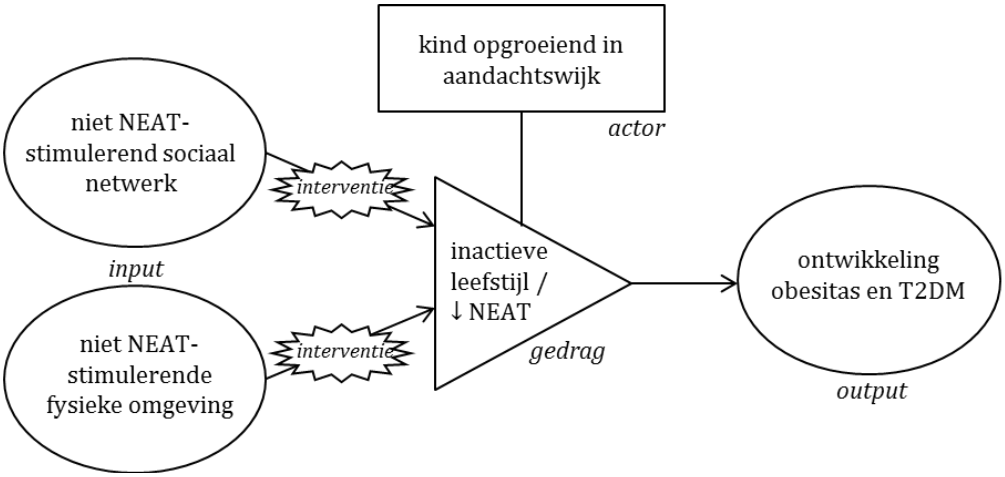
Wanneer het belang en de kracht van NEAT begrepen wordt, kan dit, naast de pijlers voeding en sport, de basis zijn voor een aanvullende interventiemogelijkheid voor het Groningse preventiebeleid om het dikker worden van kinderen en de ontwikkeling van pre-diabetes te voorkomen. Een gezonde, actieve leefstijl wordt op deze manier vanzelfsprekend tijdens school-, werk- en vrije tijd.

# 5. Vanzelfsprekendheid NEAT sluit aan bij aandachtswijken

## 5.1 Introductie

Kinderen opgroeiend in aandachtswijken, kwetsbaar voor het ontwikkelen van pre-diabetes, worden momenteel moeilijk bereikt door de gemeente Groningen om een gezonde leefstijl te stimuleren. De pijlers voeding en sport bieden niet genoeg ondersteuning, omdat het belang van een gezonde leefstijl onbekend is, het beeld van de eigen leefstijl vertekend is en/of directe gedragsalternatieven ontbreken (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, JOGG, 2015, Post, 2015, Villablanca *et al.*, 2015). In dit hoofdstuk worden de kernmerken van de doelgroep, kinderen en gezinnen in de aandachtswijken, gekoppeld aan de vanzelfsprekendheid van NEAT als succesvolle, aanvullende preventiemogelijkheid.

Een gezonde leefstijl en een gezond gewicht worden niet bereikt, omdat een gezond leven en een leuk leven door de doelgroep vaak als tegenovergesteld worden gezien (Broer & Kuiper, GGD Groningen 2014). Wanneer top-down beslist wordt dat men alleen gezond móet eten en veel móet bewegen, slaan goed bedoelde interventies de plank mis. Een gezonde leefstijl kan ook leuk zijn, wanneer gezonde keuzes voor kinderen belonend en plezierend zijn, omdat zij vanzelfsprekend zijn en niet opgelegd. Gezonde gedragskeuzes moeten de normaalste en meest voor de hand liggende keuzes zijn. De omgeving van het kind, sociaal en fysiek, moet zo worden vormgegeven dat het een uitnodigend en stimulerend voorbeeld is voor een actieve leefstijl (figuur 17) (Elinder & Jansson, 2009, JOGG, 2015, Villablanca *et al.*, 2015).

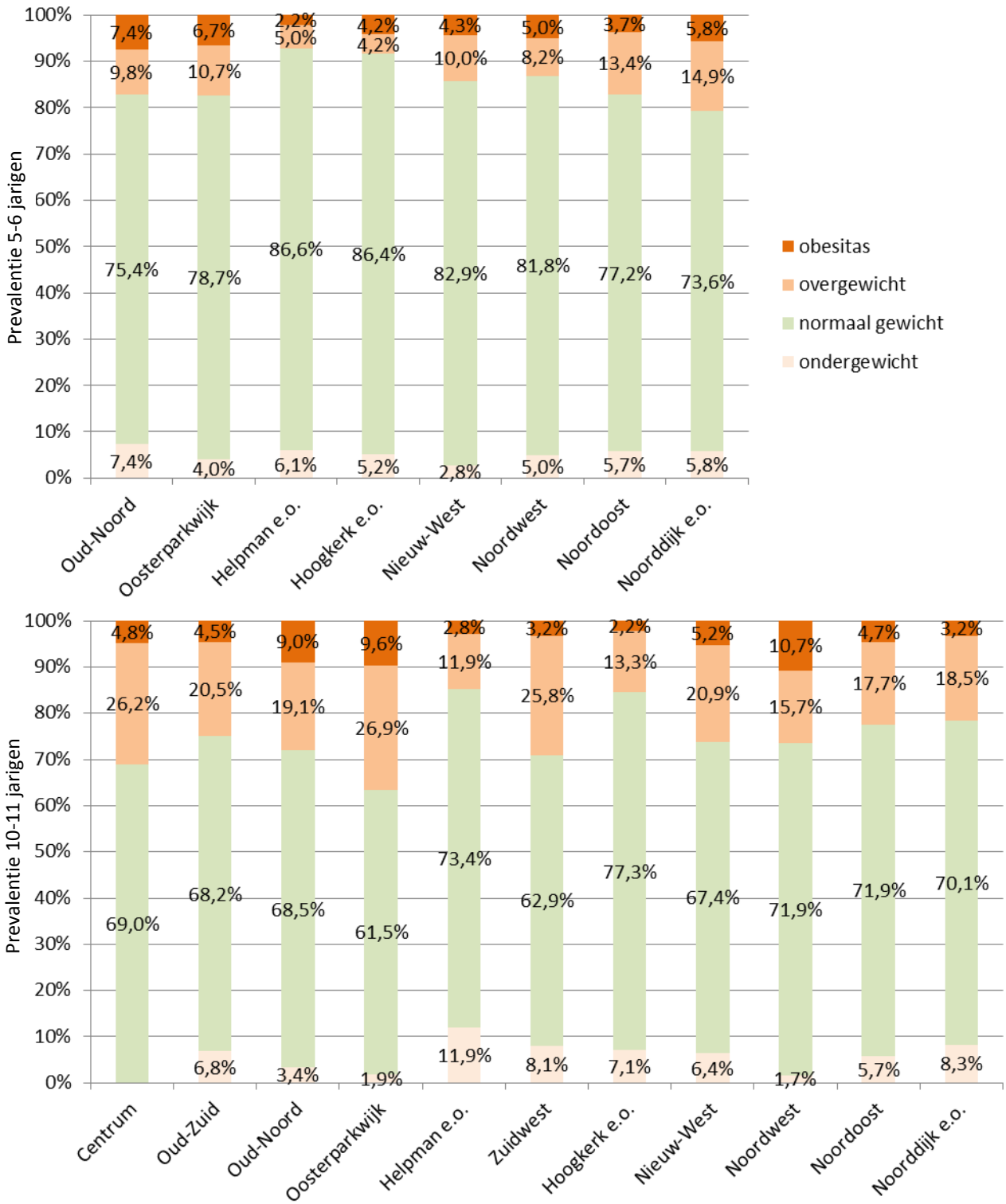



**Figuur 17.** Procesbenadering omtrent de ontwikkeling van obesitas en T2DM bij kinderen opgroeiend in aandachtswijken als een gevolg van een inactieve leefstijl waarbij de huidige sociale en fysieke omgeving niet NEAT-stimulerend is (eigen ontwerp).

## 5.2 Waarden gemak en conform vragen om vanzelfsprekendheid

De recentste metingen in de gemeente Groningen tonen aan dat overgewicht en obesitas bij kinderen het meest voorkomt bij kinderen opgroeiend in de wijken Oosterparkwijk, Noorddijk, Oud-Noord, Noordoost, Centrum en Zuidwest (figuur 18) (GGD Groningen, 2014). De meeste van deze wijken zijn bij de gemeente bekend als aandachtswijken, omdat in deze wijken vaak ernstige tekortkomingen en problemen zijn omtrent wonen, werken, leren, gezondheid, integreren en veiligheid (Gemeente Groningen, 2014). Dit is aan de ene kant gebaseerd op feitelijke informatie zoals inkomen, werk, opleiding (SES), aantal beschikbare woningen en mate van overlast en aan de andere kant gebaseerd op meningen van inwoners

Het gestandaardiseerde inkomen is een maat voor de welvaart van het gezin. Het besteedbare inkomen is hierbij gecorrigeerd voor de verschillen in grootte en samenstelling van het gezin. In de gemeente Groningen is het gestandaardiseerde inkomen op jaarbasis in de wijken Oud-Noord en Oosterparkwijk gemiddeld het laagst (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014).

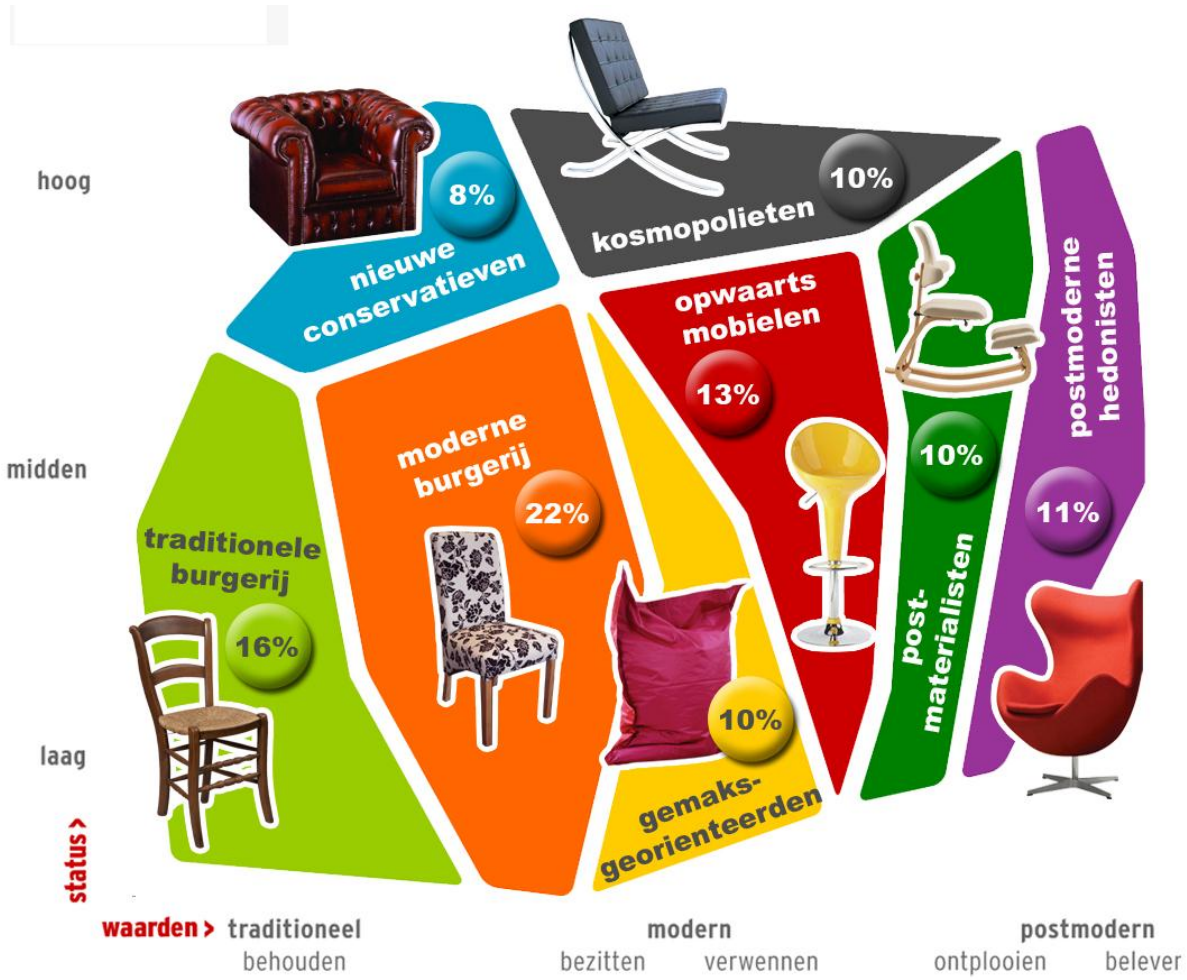



**Figuur 18.** Prevalentiecijfers obesitas, over-, normaal en ondergewicht bij 5-6 en 10-11 jarigen per wijk (nieuwe indeling) in Groningen, tweejarig gemiddelde 2012-2013. In Oosterparkwijk, Noorddijk, Oud-Noord, Noordoost, Centrum en Zuidwest komt overgewicht en obesitas bij kinderen het meeste voor (GGD Groningen, 2014).

### *5.2.1 Benaderingsstrategie moet aansluiten bij sociaal milieu*

Sociaaleconomische en -demografische kenmerken, zoals inkomen, werk en opleiding, zijn niet allesbepalend voor de manier waarop inwoners tegen gezondheid, leefbaarheid, buurtbetrokkenheid en ouderparticipatie aankijken. Naast de gemiddelde SES van inwoners in een wijk bepalen hun waardepatronen en belevingswereld een groot deel hoe zij in het leven staan en denken over bijvoorbeeld een thema als gezondheid (Motivaction, research and strategy, 2015). Begrip van deze waarden en drijfveren is de basis om te slagen in het bereiken van en te communiceren met de doelgroep.

De Nederlandse samenleving is op basis van waarden en status onder te verdelen in acht verschillende sociale milieus. Dit zogenaamde mentaliteitsmodel is een segmentatietool om een bevolkings- of doelgroep gerichter te kunnen definiëren en begrijpen om zo tot een bijpassende benaderingsstrategie te komen. De acht sociale milieus zijn 1) traditionele burgerij, 2) moderne burgerij, 3) gemaksgeoriënteerden, 4) opwaarts mobielen, 5) postmaterialisten, 6) postmoderne hedonisten, 7) nieuwe conservatieven en 8) kosmopolieten (figuur 19). Het ene individu is conservatief en voelt zich verantwoordelijk voor maatschappelijke betrokkenheid, het andere individu is impulsief en meer individualistisch ingesteld. De meeste Nederlanders (22%) behoren tot de doelgroep moderne burgerij. Dit sociale milieu is gekarakteriseerd door burgers met traditionele tot moderne waarden en lage tot gemiddelde status met betrekking tot opleidings- en werkniveau (Motivaction, research and strategy, 2015).




**Figuur 19.** Het mentaliteitsmodel van de acht onder te scheiden sociale milieus in de Nederlandse samenleving gebaseerd op waarden en status. 1) traditionele burgerij (16%), 2) moderne burgerij (22%), 3) gemaksgeoriënteerden (10%), 4) opwaarts mobielen (13%), 5) postmaterialisten (10%), 6) postmoderne hedonisten (11%), 7) nieuwe conservatieven (8%) en 8) kosmopolieten (10%) (Motivaction, research and strategy, 2015).

### *5.2.2 Inwoners aandachtswijken gekarakteriseerd als gemaksgeoriënteerden*

Inwoners van aandachswijken, waar een lage SES in verband wordt gebracht met een toename van overgewichtsprevalentie bij kinderen, behoren gemiddeld tot het sociale milieu van de gemaksgeoriënteerden. Gemaksgeoriënteerden zijn de impulsieve, passieve en materialistische inwoners die in de eerste plaats het doel hebben om zo vrij, onbezorgd, plezierig en comfortabel mogelijk te leven. Deze hedonistische opvatting staat tegenover de traditionele calvinistische levensinvulling. De gemaksgeoriënteerde vindt het niet nodig om eerst hard te werken, voordat er genoten en verwend mag worden. De gemaksgeoriënteerde werkt in eerste instantie voor het geld en is niet aangedreven door motivatie of ambitie. De gemiddelde informatievaardigheid bij deze groep is laag. Ingewikkelde en inspannende zaken worden zo veel mogelijk vermeden, waardoor de gemaksgeoriënteerde zeer weinig politiek en maatschappelijk betrokken is. De gemaksgeoriënteerde heeft een afhoudende houding en neemt weinig verantwoordelijkheid (Motivaction, research and strategy, 2015).

Leefstijl- en gedragskeuzes van gemaksgeoriënteerden zijn impulsief en gericht op het hier en nu (Motivaction, research and strategy, 2015). Inschatten wat de effecten van leefstijl op de gezondheid op de lange termijn zijn, sluit niet aan bij de impulsieve en gemaksgeoriënteerde levensopvatting. In multi-probleem huishoudens wordt minder gezond gegeten en worden minder gezonde gedragskeuzes gemaakt, omdat de korte termijn gevolgen van een probleem als bijvoorbeeld armoede concreter zijn en meer aandacht verdienen dan lange termijn, onderliggende gezondheidsgevolgen (Post, 2015).

Wanneer de psychologische drijfveren voor gedragskeuzes geld, genot, gemak en gewoonte zijn, moet er geen keuze mogelijk zijn tussen de gezonde en de gemakkelijke keuze. In het geval van bijvoorbeeld de keuze tussen het nemen van de trap of de lift, kiest de gemaksgeoriënteerde altijd voor gemak, de lift. Om dit patroon te doorbreken en de doelgroep te stimuleren, moet de omgeving zo worden vormgegeven dat de gezonde gedragskeuze de makkelijke en vanzelfsprekende is (Nota Overgewicht, 2009). Preventie gebaseerd op NEAT sluit aan bij gemaksgeoriënteerden, omdat alledaagse, onbewuste activiteit niet meer moeite, energie en geld kost vergeleken met preventie gebaseerd op de pijlers voeding en sport. Het investeren in gezond boodschappen doen en koken, het aanschaffen van benodigde sportkleding- en attributen en het in het zweet werken tijdens sport zijn een grotere drempel voor de gemaksgeoriënteerde. NEAT sluit aan bij leuke, simpele, gratis interventie, waarbij investering en vastigheid, de allergieën van een gemaksgeoriënteerde, voorkomen worden.

Gemaksgeoriënteerden zijn wantrouwend tegenover “betweterige mannen in pak” van de gemeente (Motivaction, research and strategy, 2015). Een zogenaamde top-down beleidsstrategie waarbij van hogerhand naar de doelgroep wordt heen gedacht zal niet aansluiten (Coolsma & Sijtsma, 2014). Om deze doelgroep toch te bereiken, zullen zij eerder iets aannemen van intermediairs in de wijk, de “lokale helden”. Deze kennen zij, spreken in hun eigen taal, in hun eigen omgeving en zien zij daarom meer als gelijke. Bij deze zogenaamde interactieve bottum-up beleidsstrategie wordt terug gedacht vanuit de belangen en waarden van de doelgroep (Coolsma & Sijtsma, 2014). Daarbij wordt de gemaksgeoriënteerde niet bereikt met een overdaad aan informatie, maar met vanzelfsprekendheid, simpelheid, plezier en humor. Een beeldend voorbeeld hiervan is in plaats van het verbiedende “je mag niet met de auto”, het begrijpelijke “je fiets loopt op vet en bespaart je geld, je auto loopt op geld en maakt je vet”.

### *5.2.3 Meeste gezondheidswinst bij moderne burgerij te behalen*

Aan de ene kant is de overgewichtsproblematiek het grootst in de aandachtswijken. Aan de andere kant hebben de inwoners van deze wijken vaak lage informatievaardigheid en hechten zij meer waarde aan vermaak en genot op de korte termijn, dan thema’s als gezondheid en maatschappelijke betrokkenheid op de lange termijn. Deze gezinnen hebben vaak al generatie op generatie te maken met armoede en gezondheidsachterstand, waardoor het waardepatroon moeilijk te door breken is. Bij de gemeente en GGD Groningen speelt de overweging of bij deze

doelgroep wel de meeste gezondheidswinst valt te behalen sinds het patroon van deze groep zo moeilijk te doorbreken is (Poletiek, 2015).

Meer gezondheidswinst zou bereikt kunnen worden bij de grote groep gekarakteriseerd als de moderne burgerij. Deze doelgroep woont verspreid over aandachtswijken, maar ook in andere wijken in de gemeente Groningen. De moderne burgerij heeft een vergelijkend opleidings- en werkniveau, maar is vergeleken met de gemaksgeoriënteerde eerder behoudend dan hedonistisch. Dat willen zeggen dat zij waarde hechten aan conform, maar ook aan statusgevoeligheid. De moderne burgerij ziet het gezin als de hoeksteen van de samenleving en prefereert een risicomijdende leefstijl (Motivaction, research and strategy, 2015). Deze groep zoekt een balans tussen traditie en veranderingen, een balans tussen een goede en een leuke, conformistische opvoeding. Bij deze groep zou in de gemeente Groningen daadwerkelijk gezondheidswinst behaald kunnen worden, wanneer overgewichtsprevalentie bij kinderen in dit sociale milieu wordt teruggedrongen. Deze doelgroep is wel geïnteresseerd in een gezonde opvoeding, maar is onbewust met de gevolgen van hun huidige leefstijl en opvoeding (Poletiek, 2015).

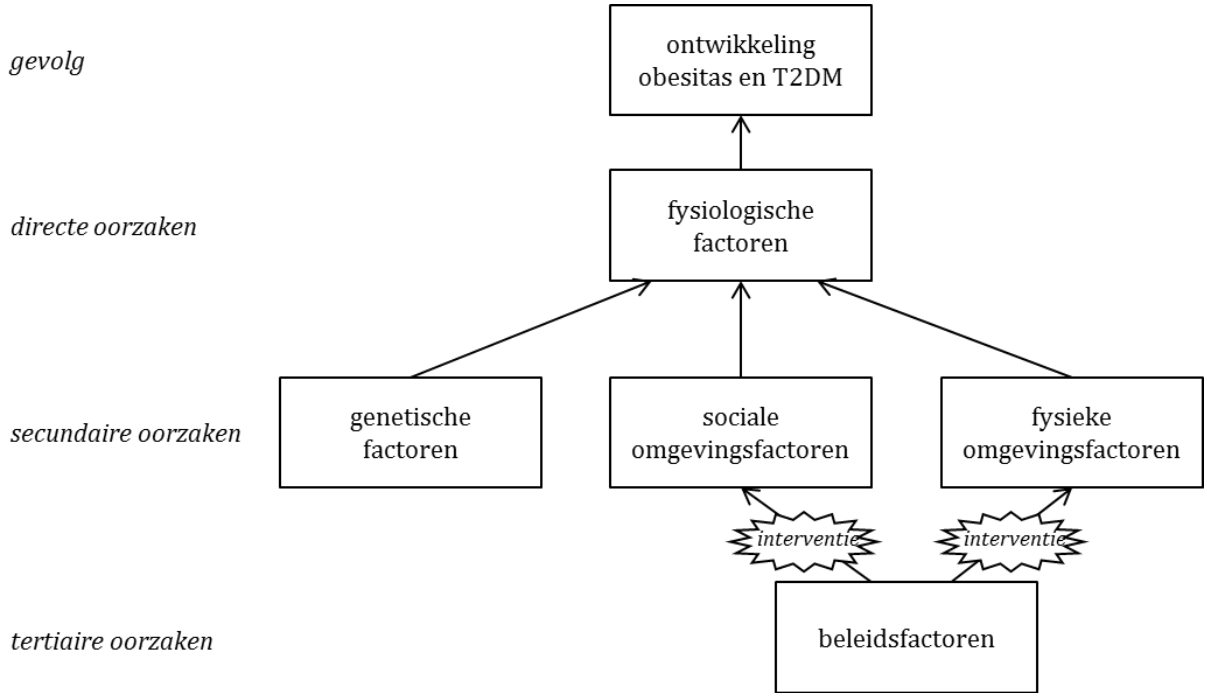
Vanuit het conformistische perspectief is het makkelijker wanneer een kind rustig is en voor weinig werk zorgt. Minder tijd en aandacht voor het kind leiden tot gedragskeuzes die makkelijk en snel zijn. Een kind in de buggy, opgetild in de armen van een ouder of in het kinderzitje op de fiets of in de auto is minder lastig en kost minder tijd, dan een kind dat zelf probeert te lopen of fietsen. Terwijl het kind in het laatste geval meer dagelijkse energie verbruikt door meer onbewuste, simpele beweging. Op dezelfde manier vraagt een kind dat vermaakt wordt achter een beeldscherm minder aandacht vergeleken met buiten spelen of leuke, fysieke activiteiten buitenshuis. Wanneer deze doelgroep bewust wordt gemaakt van de gezondheidsgevolgen van deze keuzes en door een sociale en fysieke omgeving gestimuleerd wordt te veranderen, is het mogelijk voor de gemeente Groningen hier daadwerkelijk gezondheidswinst te boeken.

In dit geval wordt in het subjectief-rationele actormodel de gedragsruimte van de doelgroep vergroot. De bekende, objectieve gedragsruimte, het belang van gezonde voeding en sport, wordt uitgebreid met de onbekende, subjectieve gedragsruimte, het belang van alledaagse beweging gebaseerd op NEAT. Op deze manier wordt de inschatting van mogelijkheden vergroot, wanneer wordt ingezien wat de verwachte gevolgen zijn van een inactieve, zittende leefstijl. De manier van reageren, opstelling en gedrag, zal positief veranderen gebaseerd op ervaring en anderen in de sociale omgeving (Coolsma & Sijtsma, 2014).

## 5.3 Gemeente Groningen kan sociale en fysieke leefomgeving van kind bereiken

Om de toenemende prevalentie van overgewicht en pre-diabetesontwikkeling bij moeilijk bereikbare bevolkingsgroepen terug te dringen, is de gemeente Groningen in staat om de omgevingsfactoren van de doelgroep, belangrijke secundaire oorzaken van het probleem, te beïnvloeden (figuur 20). De gemeente heeft effect op de directe omgeving van het kind op microniveau, zoals school, en macroniveau, zoals infrastructuur en wijkindeling (Swinburn & Egger, 2002). De gemeente beschikt over de macht en middelen om met effectievere beleidsinvulling de sociale en fysieke omgeving van het kind substantieel zo te veranderen dat NEAT-stimulerend gedrag vanzelfsprekend en aantrekkelijk is. Op deze manier wordt met benaderingsstrategieën op wijkniveau het individuele kind toch bereikt.

De gemeente kan kennis en enthousiasme stimuleren in het sociale netwerk van het kind, kan de fysieke omgeving faciliteren en kan verbindingen leggen tussen intermediairs in de wijk (figuur 2 Doelboom). De interventie moet ingebed zijn in de belevingswereld van het kind. Gedrag gebaseerd op NEAT moet op school en in de wijk vanzelfsprekend zijn.




**Figuur 20.** Gerichte graaf met de causale veronderstellingen voor de ontwikkeling van obesitas en T2DM waarbij de kansen om in te grijpen voor de gemeente Groningen op het niveau van de sociale en fysieke omgevingsfactoren liggen (eigen ontwerp).

### *5.3.1 Intermediair in de wijk is de schakel tussen gemeente en kind*

Met initiatieven als het Jeugdsportfonds en Stichting Leergeld verschaft de gemeente Groningen per individueel kind de mogelijkheid om bijvoorbeeld te kunnen sporten bij een club of zwemles te kunnen krijgen. In aanvulling op het alleen maar geven van middelen is de duurzame stap het eigen bewustzijn aanspreken (Poletiek, 2015). De sociale omgeving en sociale relaties hebben een grote invloed op het bewustzijn van de gezondheid van een individu (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, Swinburn & Egger, 2002). Ondersteuning door sociale relaties leidt tot een gevoel van meer waardering en een betere fysieke en psychische gezondheid als gevolg van hulp (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014).

De mate van sociale relaties en hulpbronnen in het sociale netwerk en de voordelen die het individu hieruit kan halen is gedefinieerd als sociaal kapitaal. De mens is geneigd om anderen in zijn sociale netwerk te vertrouwen en normen en waarden over te nemen (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014, Kleinhans, 2005). Om de moeilijk te bereiken doelgroep in de aandachtswijk toch te bereiken, biedt dit sociale netwerk uitkomst om hulp, informatie en middelen te verschaffen aan het kind en gezin. De verschillen in sociaal kapitaal tussen de wijken in de gemeente Groningen zijn groot. In de aandachtswijken Oud-Noord en Oosterparkwijk is er bijvoorbeeld sprake van een gemiddeld laag sociaal kapitaal. Een stimulatie van sociale relaties en hulpbronnen in aandachtswijken versterkt de bereikbaarheid van het kind en gezin (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014)

De werkelijke doelgroep van de gemeente Groningen is daarom in plaats van het kind als individu, de intermediairs in de aandachtswijk die dichtbij het kind staan. Intermediairs in de wijk zijn de schakel tussen de gemeente en het dikker wordende kind. Zij kunnen als "lokale held" een voorbeeld zijn om NEAT in de eigen taal en in de eigen omgeving te stimuleren. Op deze manier leert het kind bijvoorbeeld via school, opvang, club, sport, wijkverpleging, consultatiebureau of CJG dat de hele dag door actief zijn heel leuk, makkelijk en gratis is.

Met meer begrip voor de biomedische onderbouwingen van NEAT kan de intermediair in de wijk een bijdrage leveren aan overgewichtspreventie. Om een vertaalslag te maken van deze wetenschappelijke benadering naar implementatie op maat is naast dit adviesrapport een

poster ontwikkeld als tool voor de intermediairs in de wijk. De poster kan met toelichting meegegeven worden aan kinderen en ouders door de intermediairs en kan met toelichting opgehangen worden in scholen, opvang- en wijkcentra, clubs, CJG, consultatiebureaus, GGD, et cetera. Op deze poster wordt een 'Schijf van vijf voor een actief lijf' geïntroduceerd met voorbeelden van activiteiten voor kinderen (figuur 21, bijlage 4). Met behulp van vijf sectoren, 1) Actief in verkeer, 2) Actief op school, 3) Actief naar buiten, 4) Actief in huis en 5) Actief aan tafel, worden intermediairs, kinderen en ouders geënthousiasmeerd en geïnspireerd door leuke, makkelijke en gratis voorbeelden om de hele dag door actief te zijn. Veel voorbeelden dienen niet alleen het doel van een gezonde leefstijl, maar dienen ook het doel van sociaal volwassen worden. De vanzelfsprekendheid van actief meehelpen op school en thuis bevordert participatie en betrokkenheid op latere leeftijd. De vanzelfsprekendheid van actief meedoen in het verkeer en de natuur maken een kind bekender met de buitenwereld. Omschrijvingen van voorbeelden in alle vijf sectoren:

| | |
|---|---|
| **Actief in verkeer** | -Lopen of fietsen naar school en andere bestemmingen in plaats van met de scooter of auto (Lu *et al.*, 2015).<br>-Bij een druk bestaan, bestaat ook de mogelijkheid om dit alleen de terugweg te doen of op aangewezen dagen in de week.<br>-Wanneer toch voor de auto gekozen wordt, biedt verder weg parkeren uitkomst zodat even lopen een vanzelfsprekendheid wordt.<br>-Kind op eigen benen laten staan en gaan, kruipen of aan de hand, in plaats van in de buggy, in het kinderzitje of opgetild in de armen. |
| **Actief op school** | -Langdurig zitten onderbreken door wisselen van houding, plek of lokaal.<br>-Meer kleine loopjes stimuleren, zelf spullen uit de kast pakken en opruimen, broodtrommel en beker van de gang halen, zelf weer schoonmaken en opruimen, et cetera.<br>-Meer beweging tijdens de les, mogelijk met muziek, dans, toneel, et cetera.<br>-Meer actieve buiten les, mogelijk met biologie, schooltuin, aardrijkskunde, verkeer, et cetera. |
| **Actief naar buiten** | -Buiten spelen stimuleren in plaats van beeldschermgebruik (Van der Klauw *et al.*, 2012), speelplaats, spelletjes, ballen, springtouwen, hinkelen, stoepkrijten, knikkeren, gymnastieken, et cetera.<br>-Activiteiten in de natuur stimuleren, speurtocht in het bos, rennen, klauteren, zwemmen, hutten bouwen, et cetera.<br>-Met behulp van eigenaarschapsproject met school of club speelplaats zelf onderhouden, schoonhouden, aanharken, verven, et cetera voor lichamelijke activiteit en grotere verbondenheid met speelplaats. |
| **Actief in huis** | -Kleine karweitjes stimuleren, samen of alleen, boodschapje doen, eigen speelgoed of kamer opruimen, afval wegbrengen, hond uitlaten, huisdierkooi schoonmaken, et cetera.<br>-Meehelpen in de tuin, eigen (moes)tuintje, planten water geven, bladeren aanvegen, sneeuw ruimen, et cetera. |
| **Actief aan tafel** | -Meehelpen met koken, tafel dekken, opruimen, afwassen, et cetera.<br>-Aan tafel eten en daar de tijd voor nemen.<br>-Bewust en langer kauwen. |

**Figuur 21.** Poster 'Schijf van vijf voor een actief lijf' als implementatietool voor intermediairs in de wijk met voorbeelden van activiteiten voor kinderen gebaseerd op NEAT in vijf sectoren 1) Actief in verkeer, 2) Actief op school, 3) Actief naar buiten, 4) Actief in huis en 5) Actief aan tafel (bijlage 4 groot formaat) (eigen ontwerp).

### *5.3.2 Uitdagende infrastructuur en wijkindeling faciliteren*

Naast de sociale omgeving heeft de gemeente ook invloed om de fysieke leefomgeving van het kind door deze zo vorm te geven dat het uitnodigend en vanzelfsprekender is voor alledaagse, onbewuste beweging. Een faciliterend, fysiek sturingsinstrument, oftewel de "steen", is bij deze doelgroep effectiever dan een communicatief sturingsinstrument, oftewel de "preek" (Coolsma & Sijtsma, 2014). De gemeente Groningen is medeverantwoordelijk voor het inrichten van bedrijfsterreinen, wegen, woningen, scholen, speelplaatsen en recreatiegebieden (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014). In samenwerking met bedrijven, woningbouwverenigingen en scholen en met behulp van de gemeentelijke middelen ruimtelijke planning, openbare werken, milieu- en bouwvergunningen en handhaving kan de gemeente een uitdagende infrastructuur en wijkindeling faciliteren.

Om lopen en fietsen naar school en andere bestemmingen bij kinderen te stimuleren, moeten fiets- en voetpaden ruimschoots aanwezig zijn in de wijk. Deze dienen veilig, verlicht, schoon en aantrekkelijk te zijn. Daarnaast moet de inrichting rondom bijvoorbeeld scholen en supermarkten zo worden vormgegeven dat de keuze voor de auto niet de vanzelfsprekende keuze is. Wanneer parkeerplaatsen niet direct voor het gebouw aangelegd zijn, wordt de afstand vergroot om naar de ingang van het gebouw te lopen. De gemeente heeft ook invloed op de

inrichting van openbare gebouwen waar kinderen veel komen. In scholen, opvang- en wijkcentra, clubs of bibliotheek moet staan, lopen en traplopen door de inrichting vanzelfsprekend zijn.

Daarnaast moet buiten spelen in de wijk vanzelfsprekend, leuk en veilig zijn. De gemeente is medeverantwoordelijk voor de aanleg en inrichting van speelplaatsen in de wijk (Broer & Kuiper, GGD Groningen, 2014). Speelplaatsen moeten aantrekkelijker, groener en uitdagender gemaakt worden om meer beweging te stimuleren voor een evenwichtige ontwikkeling en gezondheidsbevordering (Arntz & De Jong, 2012, Van Dillen *et al.*, 2011). Speelplaatsen moeten zo gefaciliteerd worden dat het een plek is voor kinderen met verschillende leeftijden. Op deze manier kunnen de jongere kinderen leren van de voorbeelden van activiteiten die oudere kinderen doen en blijven kinderen voor een langere tijd gehecht aan een speelplaats. De bekendheid en herkenbaarheid van huidige speelplaatsen moet vergroot worden. Dit kan met een spoor van verf of herkenbare stoeptegels als een "ketting" tussen de "pareltjes" die er al in de wijk zijn. Speelplaatsen moeten gefaciliteerd worden met bankjes voor ouders en verzorgenden, zodat deze eerder geneigd zijn om kinderen mee te nemen naar een speelplaats. Daarnaast moeten speelplaatsen ontoegankelijk voor honden zijn, vanwege ontlastingsoverlast en angst van kinderen.

### *5.3.3 Preventiebeleid sterker door regelgeving en inbedding gezondheidsleerlijn*

Gezondheid, met de thema's voeding en beweging, zou een vaste plaats in het onderwijs hebben wanneer dit met behulp van regelgeving een verplicht onderdeel is. Momenteel is de mate van aandacht voor gezondheid afhankelijk van de kwaliteit van leerkracht en/of school. Hierdoor is in de gemeente Groningen veel variatie tussen de scholen op het gebied van aandacht voor een gezonde leefstijl (Post, 2015). Daarnaast zou de vaste plaats van een gezondheidsleerlijn op educatieopleidingen (pabo) voor toekomstige leerkrachten de aandacht voor gezondheid in het onderwijs versterken.

Het preventiebeleid omtrent overgewichts- en pre-diabetesontwikkeling bij kinderen zou ook effectiever zijn wanneer de NEAT-stimulerende inrichting van openbare ruimten en gebouwen aangemoedigd wordt door regelgeving en handhaving.

## 5.4 Conclusie: Vanzelfsprekendheid NEAT sluit aan bij aandachtswijken

Inwoners van aandachtswijken behoren gemiddeld tot het sociale milieu van de gemaksgeoriënteerden. Voor deze doelgroep geldt dat de gezonde gedragskeuze de makkelijke en vanzelfsprekende moet zijn. Deze doelgroep is door de gemeente Groningen moeilijk te bereiken om de toenemende overgewichtsprevalentie bij kinderen aan te pakken. De gemeente kan het individuele kind toch bereiken door invloed uit te oefenen op de sociale en fysieke omgeving van het kind. Op deze manier kan de directe leefomgeving van het dikker wordende kind substantieel veranderd worden zodat NEAT-stimulerend gedrag vanzelfsprekend en aantrekkelijk is.

Mensen zijn geneigd om hun eigen sociale netwerk en relaties te vertrouwen en normen en waarden over te nemen. De werkelijke doelgroep van de gemeente Groningen is daarom niet het kind als individu, maar de intermediairs in de wijk die dichtbij het kind zijn. Deze vormen als "lokale held" de schakel tussen de gemeente en het kind. Op deze manier leert het kind bijvoorbeeld via school, opvang, club, sport, wijkverpleging, consultatiebureau of CJG dat de hele dag door actief zijn heel leuk, makkelijk en gratis is. Voor de intermediair in de wijk is naast dit adviesrapport een poster met een 'Schijf van vijf voor een actief lijf' ontwikkeld als implementatietool.

De gemeente heeft de macht en middelen om de inrichting van bedrijfsterreinen, wegen, woningen, scholen, speelplaatsen en recreatiegebieden te faciliteren. Op deze manier kan de gemeente de infrastructuur en wijkindeling NEAT-stimulerender maken. De fysieke omgeving van het kind wordt zo vanzelfsprekend en aantrekkelijk voor meer alledaagse, onbewuste beweging.

# 6 Advies: Need for NEAT

## 6.1 Introductie

Tijdens de onderzoeksstage is onderzocht hoe de gemeente Groningen haar preventiebeleid omtrent ontwikkeling van pre-diabetes bij kinderen in aandachtswijken effectiever kan maken met behulp van de wetenschappelijke benadering non-exercise activity thermogenesis (NEAT). Het advies om het huidige preventiebeleid effectiever te maken beschreven in dit rapport bestaat uit vier onderdelen.

## 6.2 Kennis van onderliggende mechanismen is de grondslag

De overgewichtsproblematiek is ernstiger dan een straatbeeld met te dikke kinderen. Overgewicht tegengaan als resultaat van een continu positieve energiebalans is complexer dan iets minder eten en iets meer bewegen. Onderliggende fysiologische processen veranderen namelijk dusdanig dat er onomkeerbare metabole stoornissen op de lange termijn kunnen ontstaan. Daarnaast zijn deze onderliggende veranderingen sluipend en onzichtbaar van karakter. Metabole stoornissen vergroten het risico op de ontwikkeling van chronische aandoeningen en ziekten zoals type 2 diabetes mellitus (T2DM), hart- en vaatziekten, kanker, luchtwegenziekten, artrose, steatohepatitis, onvruchtbaarheid, depressie en dementie. Daarnaast worden verouderingsprocessen versneld, neemt de levenskwaliteit af en neemt de kans op vroegtijdig overlijden toe.

Al deze gerelateerde gezondheidsverliezen brengen hoge zorgkosten, arbeidsongeschiktheid en afgenomen maatschappelijke participatie met zich mee. Iets wat de gemeente Groningen uit ambitieus en financieel oogpunt wil voorkomen, om de regie op het eigen leven te stimuleren. De epidemische toename van overgewicht en obesitas vraagt allereerst om preventie van pre-diabetesontwikkeling bij kinderen. Op deze manier wordt voorkomen dat te dikke kinderen ook daadwerkelijk chronisch zieke volwassenen worden.

Kennis van de complexiteit van onderliggende fysiologische mechanismen met betrekking tot energiebalans, metabolisme en verhoogde gezondheidsrisico's is de grondslag voor preventiebeleid. Een biomedisch denkkader als fundamentele basis is op de lange termijn een meerwaarde voor de gemeente Groningen om ook in de toekomst beleidstheorieën en interventiemogelijkheden beter te beoordelen.

## 6.3 Individuele verschillen bepalen risico op pre-diabetes

Het lichaam van het ene individu is efficiënter in staat om met energie om te gaan dan het andere individu. Ieders metabolisme is uniek, afhankelijk van spiermassa, geslacht, leeftijd, activiteit, eetpatroon, hormoonlevels en genen. Op deze manier bestaat er variatie in kwetsbaarheid voor de ontwikkeling van metabole stoornissen tussen individuen. Bevolkingsgroepen in Azië en Latijns-Amerika en Nederlanders met een Hindostaans-Surinaamse, Marokkaanse of Surinaamse afkomst hebben een groter risico om overgewicht, metabole stoornissen en T2DM te ontwikkelen. Juist deze kwetsbare groep is voor de gemeente Groningen vaak moeilijk te bereiken.

Met de achtergrondkennis over het belang van individuele metabole verschillen en risicogroepen kan de gemeente Groningen haar preventiebeleid specifiek voor deze doelgroep efficiënter maken en sociaaleconomische gezondheidsverschillen (SEGV) verkleinen. Met behulp van meer vroeg-signalering bij kinderen met een genetische aanleg kan voorkomen worden dat een verstoorde energiebalans niet escaleert tot de ontwikkeling van metabole stoornissen en pre-diabetes. Daarnaast heeft de gemeente de mogelijkheden om de sociale en fysieke omgeving van het kwetsbare individu te beïnvloeden. Substantiële veranderingen in de maatschappij stimuleren een vanzelfsprekende, gezonde leefstijl en verlagen de individuele gezondheidslast.

## 6.4 Nieuwe kansen preventie pre-diabetes op basis van NEAT

Zitten, beschouwd als het nieuwe roken, reduceert het dagelijkse energieverbruik enorm. Dit resulteert onder andere in de ontwikkeling van overgewicht, metabole stoornissen en vroegtijdig overlijden. Uit onderzoek blijkt dat een uurtje sporten in de avond de negatieve gezondheidseffecten van een lange, zittende werkdag niet kan herstellen.

Het wordt steeds meer duidelijk dat fysieke activiteit meer is dan alleen maar sport. NEAT is de energie die het lichaam verbruikt tijdens de alledaagse, onbewuste activiteiten en "gewone en simpele" bewegingen. De continuïteit van alle soorten activiteit van alle soorten intensiteit moet gestimuleerd worden om een gezonde energiebalans te onderhouden. Voorbeelden van NEAT zijn staan, lopen, fietsen, huishouden, traplopen, buiten spelen, bewust kauwen, et cetera. Bij regelmatige, spontane activiteit gebaseerd op NEAT wordt meer energie gedurende de dag verbruikt.

Wanneer het belang en de kracht van NEAT begrepen wordt, kan dit, naast de pijlers voeding en sport, de basis zijn voor een aanvullende interventiemogelijkheid voor het Groningse preventiebeleid om het dikker worden van kinderen en de ontwikkeling van pre-diabetes te voorkomen. Een gezonde, actieve leefstijl wordt op deze manier vanzelfsprekend tijdens school-, werk- en vrije tijd.

## 6.5 Vanzelfsprekendheid NEAT sluit aan bij aandachtswijken

Inwoners van aandachtswijken behoren gemiddeld tot het sociale milieu van de gemaksgeoriënteerden. Voor deze doelgroep geldt dat de gezonde gedragskeuze de makkelijke en vanzelfsprekende moet zijn. Deze doelgroep is door de gemeente Groningen moeilijk te bereiken om de toenemende overgewichtsprevalentie bij kinderen aan te pakken. De gemeente kan het individuele kind toch bereiken door invloed uit te oefenen op de sociale en fysieke omgeving van het kind. Op deze manier kan de directe leefomgeving van het dikker wordende kind substantieel veranderd worden zodat NEAT-stimulerend gedrag vanzelfsprekend en aantrekkelijk is.

Mensen zijn geneigd om hun eigen sociale netwerk en relaties te vertrouwen en normen en waarden over te nemen. De werkelijke doelgroep van de gemeente Groningen is daarom niet het kind als individu, maar de intermediairs in de wijk die dichtbij het kind zijn. Deze vormen als "lokale held" de schakel tussen de gemeente en het kind. Op deze manier leert het kind bijvoorbeeld via school, opvang, club, sport, wijkverpleging, consultatiebureau of Centrum voor Jeugd en Gezin (CJG) dat de hele dag door actief zijn heel leuk, makkelijk en gratis is. Voor de intermediair in de wijk is naast dit adviesrapport een poster met een 'Schijf van vijf voor een actief lijf' ontwikkeld als implementatietool.

De gemeente heeft de macht en middelen om de inrichting van bedrijfsterreinen, wegen, woningen, scholen, speelplaatsen en recreatiegebieden te faciliteren. Op deze manier kan de gemeente de infrastructuur en wijkindeling NEAT-stimulerender maken. De fysieke omgeving van het kind wordt zo vanzelfsprekend en aantrekkelijk voor meer alledaagse, onbewuste beweging.

# Referenties


Ali, S., Stone, M., Skinner, T.C., Robertson, N., Davies, M. & Khunti, K. (2010). The association between depression and health-related quality of life in people with type 2 diabetes: a systematic literature review. *Diabetes Metab Res Rev.* 26(2): 75-89.

Anton, S.D., Karabetian, C., Naugle, K. & Buford, T.W. (2013). Obesity and diabetes as accelerators of functional decline: can lifestyle interventions maintain functional status in high risk older adults? *Exp Gerontol.* 48(9): 888-897.

Bennie, J.A., Chau, J.Y., Van der Ploeg, H.P., Stamatakis, E., Do, A. & Bauman, A. (2013). The prevalence and correlates of sitting in European adults: a comparison of 32 Eurobarometer-participating countries. *Int J Behav Nutr Phys Act.* 10: 107.

Broer, J. & Kuiper, J., GGD Groningen (2014). *Regionaal Gezondheidsprofiel gemeente Groningen 2012.*

Carroll, S. & Dudfield, M. (2004). What is the relationship between exercise and metabolic abnormalities? A review of the metabolic syndrome. *Sports Med.* 34(6): 371-418.

Chedraui, P. & Pérez-López, F.R. (2013). Nutrition and health during mid-life: searching for solutions and meeting challenges for the aging population. *Climacteric.* 16(1): 85-95.

Coolsma, J.C. & Sijtsma, F.J. (2014). *Design of a public policy: theory. Syllabus Science, Business & Policy.* Rijksuniversiteit Groningen.

Diabetesfond (2015). Beschikbaar via: https://www.diabetesfonds.nl/home. Geraadpleegd op 19/01/2015-17/07/2015.

Duvivier, B.M., Schaper, N.C., Bremers, M.A., Van Crombrugge, G., Menheere, P.P., Kars, M. & Savelberg, H.H. (2013). Minimal intensity physical activity (standing and walking) of longer duration improves insulin action and plasma lipids more than shorter periods of moderate to vigorous exercise (cycling) in sedentary subjects when energy expenditure is comparable. *PLoS One*. 8(2): e55542.

Elinder, L.S. & Jansson, M. (2009). Obesogenic environments: aspects on measurement and indicators. *Public Health Nutr.* 12(3): 307-315.

Forouhi, N.G & Warehem, N.J. (2014). Epidemiology of diabetes. *Medicine (Abingdon).* 42(12): 698-702.

Arntz, K. & De Jong, L. (2012). Groene Schoolpleinen: leren en inspireren aan de hand van Rotterdamse voorbeelden. Rotterdam: Gemeente Rotterdam, dienst Sport en Recreatie

Gemeente Groningen (2014). *Beleidsplan Vernieuwing Sociaal Domein gemeente Groningen 2014-2015.*

GGD Groningen (2014). *Cijfers overgewicht stadswijken 5-6 en 10-11 jarigen tweejarig gemiddelde 2012-2013.*

Hamilton, M.T., Hamilton, D.G. & Zderic, T.W. (2007). Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes.* 56(11): 2655-2667.

Holloszy, J.O. (2008). Regulation by exercise of skeletal muscle content of mitochondria and GLUT4. *J Physiol Pharmacol.* 59(7): 5-18.

Huber, M., Knottnerus, J.A., Green, L., Van der Horst, H., Jadad, A.R., Kromhout, D., Leonard, B., Lorig, K., Loureiro, M.I., Van der Meer, J.W., Schnabel, P., Smith, R., Van Weel, C. & Smid, H. (2011). How should we define health? *BMJ.* 343(d4163).

Huffman, D.M., Moellering, D.R., Grizzle, W.E., Stockard, C.R., Johnson, M.S. & Nagy, T.R. (2008). Effect of exercise and calorie restriction on biomarkers of aging in mice. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 294(5): R1618-1627.

Huxley, R., James, W.P., Barzi, F., Patel, J.V., Lear, S.A., Suriyawongpaisal, P., Janus, E., Caterson, I., Zimmet, P., Prabhakaran, D., Reddy, S. & Woodward, M. Obesity in Asia Collaboration. (2008). Ethnic comparisons of the cross-sectional relationships between measures of body size with diabetes and hypertension. *Obes Rev.* 9(1): 53-61.

Iwamoto T. (2014). Prevention of dementia on the basis of modification of lifestyle and management of lifestyle-related diseases: a review. *Nihon Rinsho.* 72(4): 612-617.

Jaarverslag GGD Groningen 2013 (2014). Beschikbaar via: http://ggd.groningen.nl/over-ggd groningen/jaarverslagen-2013/gemeente-groningen/view.

James, W.P. (2008). The epidemiology of obesity: the size of the problem. *J Intern Med.* 263(4): 336-352.

Jans, M.P., Proper, K.I. & Hildebrandt, V.H. (2007). Sedentary behavior in Dutch workers: differences between occupations and business sectors. Am J Prev Med. 33(6): 450-454.

JOGG, Jongeren Op Gezond Gewicht (2015). Bijeenkomst Nationale Balans Top 28/01/2015 te Utrecht en beschikbaar via: https://jongerenopgezondgewicht.nl/. Geraadpleegd op 19/01/2015-17/07/2015.

Johnson, B.R., Ober, W.C., Garrison, C.W. & Silverthorn, A.C. (2010). *Human Physiology* (5e editie). San Francisco: Pearson Education, Pearson Benjamin Cummings.

Kaiyala, K.J. & Schwartz, M.W. (2011). Toward a more complete (and less controversial) understanding of energy expenditure and its role in obesity pathogenesis. *Diabetes.* 60: 17-23.

Kleinhans R.J. (2005). *Sociale implicaties van herstructurering en herhuisvesting.* Delft: Onderzoeksinstituut OTB, TU Delft.

Kondepudi, D. (2008). *Introduction to Modern Thermodynamics.* Chichester: Wiley.

Levine, J.A. (2004). Non-exercise activity thermogenesis (NEAT). *Nutr Rev.* 62(7II): S82-97.

Levine, J.A., Lanningham-Foster, L.M., McCrady, S.K., Krizan, A.C., Olson, L.R., Kane, P.H., Jensen, M.D. & Clark, M.M. (2005). Interindividual variation in posture allocation: possible role in human obesity. *Science.* 307(5709): 584-586.

Levine, J.A., McCrady, S.K., Boyne, S., Smith, J., Cargill, K. & Forrester, T. (2011). Non-exercise physical activity in agricultural and urban people. *Urban Stud.* 48(11): 2417-2427.

Levine, J.A., Van der Weg, M.W., Hill, J.O. & Klesges, R.C. (2006). Non-exercise activity thermogenesis: the crouching tiger hidden dragon of societal weight gain. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 26(4): 729-736.

Lo, C.M., Obici, S., Dong, H.H., Haas, M., Lou, D., Kim, D.H., Liu, M., D'Alessio, D., Woods, S.C. & Tso, P. (2011). Impaired insulin secretion and enhanced insulin sensitivity in cholecystokinin-deficient mice. *Diabetes.* 60(7): 2000-2007.

Lobstein, T., Jackson-Leach, R., Moodie, M.L., Hall, K.D., Gortmaker, S.L., Swinburn, B.A., James, W.P., Wang, Y. & McPherson, K. (2015). Child and adolescent obesity: part of a bigger picture. *Lancet.* S0140-6736(14)61746-3.

Lu, W., McKyer, E.L., Lee, C., Ory, M.G., Goodson, P. & Wang, S. (2015). Children's active commuting to school: an interplay of self-efficacy, social economic disadvantage, and environmental characteristics. *Int. J. Behav Nutr Phys Act.* 12(1): 190-015-0190-8.

Luchsinger, J.A. & Gustafson, D.R. (2009). Adiposity, type 2 diabetes, and Alzheimer's disease. *J Alzheimers Dis.* 16: 693-704.

Luppino, F.S., De Wit, L.M., Bouvy, P.F., Stijnen, T., Cuijpers, P., Penninx, B.W. & Zitman, F.G. (2010). Overweight, obesity, and depression: a systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Arch Gen Psychiatry.* 67(3): 220-229.

Moller, D.E. & Kaufman, K.D. (2005). Metabolic syndrome: a clinical and molecular perspective. *Annu Rev Med.* 56: 45-62.

Motivaction, research and strategy (2015). Bijeenkomst Nationale Balans Top 28/01/2015 te Utrecht en beschikbaar via: http://www.motivaction.nl/mentality/de-acht-mentality-milieus. Geraadpleegd op 19/01/2015-17/07/2015.

Mulder, M. RIVM (2013). *Sociaaleconomische status 2010.* Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationale Atlas Volksgezondheid, Bilthoven.

Napoli, N., Shah, K., Waters, D.L., Sinacore, D.R., Qualls, C. & Villareal, D.T. (2014). Effect of weight loss, exercise, or both on cognition and quality of life in obese older adults. *Am J Clin Nutr.* 100(1): 189-198.

NISB, Nederlands Instituut voor Sport en Bewegen (2015). Beschikbaar via: http://www.nisb.nl/. Geraadpleegd op 19/01/2015-17/07/2015.

Nota Overgewicht (2009). Uit balans: de last van overgewicht. Beschikbaar via: http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/notas/2009/03/23/nota-overgewicht.html.

Novak, C.M. & Levine, J.A. (2007). Central neural and endocrine mechanisms of non-exercise activity thermogenesis and their potential impact on obesity. *J Neuroendocrinol.* 19(12): 923-940.

Park, D.R., Park, K.H., Kim, B.J., Yoon, C.S. & Kim, U.H. (2015). Exercise Ameliorates Insulin Resistance via Ca2+ Signals Distinct From Those of Insulin for GLUT4 Translocation in Skeletal Muscles. *Diabetes.* 64(4): 1224-1234.

Pischon, T., Boeing, H., Hoffmann, K., Bergmann, M., Schulze, M.B., Overvad, K., Van der Schouw, Y.T., Spencer, E., Moons, K.G., Tjønneland, A., Halkjaer, J., Jensen, M.K., Stegger, J., Clavel-Chapelon, F., Boutron-Ruault, M.C., Chajes, V., Linseisen, J., Kaaks, R., Trichopoulou, A., Trichopoulos, D., Bamia, C., Sieri, S., Palli, D., Tumino, R., Vineis, P., Panico, S., Peeters, P.H., May, A.M., Bueno-de-Mesquita, H.B., Van Duijnhoven, F.J., Hallmans, G., Weinehall, L., Manjer, J., Hedblad, B., Lund, E., Agudo, A., Arriola, L., Barricarte, A., Navarro, C., Martinez, C., Quirós, J.R., Key, T., Bingham, S., Khaw, K.T., Boffetta, P., Jenab, M., Ferrari, P. & Riboli, E. (2008). General and abdominal adiposity and risk of death in Europe. *N Engl J Med.* 359(20): 2105-2120.

Poletiek, H. (2015). Persoonlijke communicatie. Functionaris gezondheidsbevordering GGD Groningen.

Post, H, (2015). Persoonlijke communicatie. Sociaal verpleegkundige Centrum voor Jeugd en Gezin Lewenborg.

Probst-Hensch, N.M. (2010). Chronic age-related diseases share risk factors: do they share pathophysiological mechanisms and why does that matter? *Swiss Med Wkly.* 140: w13072.

Rehfeld, J.F. (2011). Incretin physiology beyond glucagon-like peptide 1 and glucose-dependent insulinotropic polypeptide: cholecystokinin and gastrin peptides. *Acta Physiol.* 201(4): 405-411.

Richter, E.A. & Hargreaves, M. (2013). Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiol Rev.* 93(3): 993-1017.

Rijksoverheid. Alles is gezondheid (2013). *Het Nationaal Programma Preventie 2014-2016, Deel 1 en Deel 2.* Beschikbaar via: http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2013/10/11/alles-is-gezondheid-het-nationaal-programma-preventie-2014-2016-deel-1-en-deel-2.html.

Roth, J., Qiang, X., Marbán, S.L., Redelt, H. & Lowell, B.C. (2004). The obesity pandemic: where have we been and where are we going? *Obes Res.* 12(2): 88S-101S.

Schönbeck, Y., Talma, H., Van Dommelen, P., Bakker, B., Buitendijk, S.E., Hirasing, R.A. & Van Buuren, S. (2011). Increase in prevalence of overweight in Dutch children and adolescents: a comparison of nationwide growth studies in 1980, 1997 and 2009. *PLoS One* 6(11): e27608.

Schwingshackl, L. & Hoffmann, G. (2014). Comparison of the long-term effects of high-fat v. low fat diet consumption on cardiometabolic risk factors in subjects with abnormal glucose metabolism: a systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr.* 25: 1-12.

Sinclair, D.A. (2005). Toward a unified theory of caloric restriction and longevity regulation. *Mech Ageing Dev.* 126(9): 987-1002.

Swinburn, B. & Egger, G. (2002). Preventive strategies against weight gain and obesity. *Obes Rev.* 3(4): 289-301.

Sypniewska, G. (2015). Laboratory assessment of cardiometabolic risk in overweight and obese children. *Clin Biochem.* 48(6): 370-376.

Vaanholt, L.M., Jonas, I., Doornbos, M., Schubert, K.A., Nyakas, C., Garland, T. Jr., Visser, G.H. & Van Dijk, G. (2008). Metabolic and behavioral responses to high-fat feeding in mice selectively bred for high wheel-running activity. *Int J Obes (Lond).* 32(10): 1566-1575.

Van der Klauw, M., Schokker, D., Slinger, J. & Verheijden, M. (2012). *Kinderen en jongeren in beweging, de rol van de school en de ouders.* TNO-rapport R10124.

Van Dillen, S., De Vries, S., Groenewegen, P. & Spreeuwenberg, P. (2011). Greenspace in urban neighbourhoods and residents' health: adding quality to quantity. *J Epidemiol Community Health.* 66(6): e8.

Van Dis, I., Kromhout, D., Geleijnse, J.M., Boer, J.M. & Verschuren, W.M. (2009). Body mass index and waist circumference predict both 10-year nonfatal and fatal cardiovascular disease risk: study conducted in 20,000 Dutch men and women aged 20-65 years. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 16(6): 729-734.

Van Loon, L.J., Saris, W.H., Verhagen, H. & Wagenmakers, A.J. (2000). Plasma insulin responses after ingestion of different amino acid or protein mixtures with carbohydrate. *Am J Clin Nutr.* 72(1): 96-105.

Van Kreijl C.F., Knaap, A.G.A.C., Busch, M.C.M., Havelaar, A.H., Kramers, P.G.N., Kromhout, D., Van Leeuwen, F.X.R., Van Leent-Loenen, H.M.J.A., Ocké, M.C. & Verkleij, H. (2004). *Ons eten gemeten. Gezonde voeding en veilig voedsel in Nederland.* RIVM-rapport 270555007. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.

Van Ooijen, A.M., Van Marken Lichtenbelt, W.D., Van Steenhoven, A.A. & Westerterp, K.R. (2004). Seasonal changes in metabolic and temperature responses to cold air in humans. *Physiol Behav.* 82(2-3): 545-553.

Villablanca, P.A., Alegria, J.R., Mookadam, F., Holmes, D.R. Jr., Wright, R.S. & Levine, J.A. (2015). Nonexercise Activity Thermogenesis in Obesity Management. *Mayo Clin Proc.* 90(4): 509-519.

Villareal, D.T., Apovian, C.M., Kushner, R.F. & Klein, S. (2005). Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *Am J Clin Nutr.* 82: 923-934.

Wisram, R. (2015). Is zitten het nieuwe roken? *GezondNU* 4: 35-38.

Yabe, D. & Seino, Y. (2011). Two incretin hormones GLP-1 and GIP: comparison of their actions in insuline secretion and beta cell preservation. *Prog Biophys Mol Biol.* 107(2): 248-256.

# Bijlage 1: Beleidscyclus

## 1.1 Toename pre-diabetesprevalentie is ongetemd, politiek-sociaal probleem

De toenemende prevalentie van overgewicht, obesitas en pre-diabetes bij kinderen is een beleidsprobleem, omdat er behoefte is om de maatschappelijke gezondheid te verbeteren met behulp van ondersteuning van de overheid en gemeenten. Er moet eerst begrepen worden wat voor een soort beleidsprobleem toenemende pre-diabetesprevalentie is, voordat de huidige beleidscyclus omschreven kan worden. De beschrijving van de huidige beleidscyclus zal bijdragen aan het positioneren van deze onderzoeksstage tot de bestaande beleidssituatie van de gemeente Groningen (figuur 22) (Coolsma & Sijtsma, 2014).

De toenemende prevalentie is een zogenaamd ongetemd, politiek-sociaal probleem. Het probleem is ongetemd, omdat er geen zekerheid is over een haalbare oplossing. De prevalentie neemt immers nog steeds toe. Het probleem is politiek-sociaal van aard, omdat er geen consensus is over de waarden en doelen. Er is geen algehele maatschappelijke acceptatie dat overgewicht en ontwikkeling van pre-diabetes daadwerkelijk een groot probleem is. Overgewicht bij kinderen wordt vaak onderschat en niet erkend. Er is ook geen overeenstemming over wat het streven van de oplossing van het probleem is. Een individu kan te maken hebben met een fysieke uitdaging, maar toch in staat zijn om te participeren in de samenleving (bijlage 3). De strategie om een ongetemd, politiek-sociaal probleem als overgewichtsprevalentie aan te pakken is stap voor stap met behulp van wetenschappelijk onderzoek en politiek debat, waarbij de focus op collectieve preventie ligt. Om dit te bereiken is samenwerking in het sociale netwerk en belevingswereld van de doelgroep noodzakelijk (hoofdstuk 5) (Coolsma & Sijtsma, 2014, Swinburn & Egger, 2002).

## 1.2 Agendering: SGIS en JOGG in Groningen

De overheid heeft het initiatief genomen om de gezondheid van Nederlanders te behouden en verder te beschermen. Zo is het Nationaal Programma Preventie (NPP) onder de naam 'Alles is Gezondheid' gestart voor de periode 2014-2016. In samenwerking met andere partners zoals gemeenten, scholen, zorgpartijen, bedrijven, sportverenigingen en maatschappelijke organisaties, is de doelstelling van dit programma een maatschappelijke beweging op gang brengen, waarbij mensen geïnspireerd en ondersteund worden om aan hun gezondheid te werken.

Het programma focust zich onder andere op het terugdringen van SEGV. Het landelijke stimuleringsprogramma 'Gezond In De Stad' (GIDS) ondersteunt gemeenten hierbij met een decentralisatie-uitkering, de zogenaamde GIDS-middelen. De gemeente Groningen ontvangt momenteel op basis van de SES-score, vastgesteld door het Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP), jaarlijks ongeveer een half miljoen euro. Deze GIDS-middelen zijn een extra impuls voor de gemeente Groningen om de SEGV tussen groepen mensen en wijken te verkleinen. De GIDS-middelen in Groningen worden met name besteed aan het stedelijke programma 'Samen Gezond In Stad' (SGIS) sinds 2012 en JOGG sinds 2014.

## 1.3 Probleemanalyse: SEGV en toename overgewichtsprevalentie

Verschillen in leefstijl, opleidingsniveau, werk- en woonomstandigheden en maatschappelijke ontwikkeling worden in verband gebracht met gezondheidsachterstand in leefgebieden met een lage SES (GGD Groningen, 2014). Toenemende trends van een inactieve leefstijl en prevalentie van overgewicht, obesitas, T2DM, hart- en vaatziekten, depressie, et cetera in aandachtswijken moeten worden omgebogen met behulp van een lokale en integrale aanpak. Dan kunnen kinderen in aandachtswijken zich ontwikkelen met gelijkere kansen vergeleken met leeftijdsgenoten in niet-aandachtswijken. Gezondheid wordt op deze manier als voorwaarde en middel gezien voor maatschappelijke participatie (Gemeente Groningen, 2014).

## 1.4 Ontwerp: interventie gebaseerd op NEAT

Dit project positioneert zich ten opzichte van het bestaande beleid in de ontwerpfase. Er zal onderzocht worden welke interventiemogelijkheden het huidige preventiebeleid efficiënter kunnen maken om pre-diabetesontwikkeling bij kinderen in aandachtswijken te voorkomen. In het bestaande beleid om dit gezondheidsprobleem aan te pakken, wordt vaak ingegrepen op de thema's voeding en/of sport. Deze onderzoeksstage focust zich op de minder bekende onderbouwingen van NEAT. Deze benadering is een aanvulling voor overgewichtspreventie. Op basis van een biomedisch denkkader en ratio, oftewel de groende draad van beleid, zal een advies tot stand komen om in de fase van beleidsontwikkeling efficiëntere keuzes te maken (Coolsma & Sijtsma, 2014).

## 1.5 Beleidsbepaling: investeren aan de 'voorkant'

Met behulp van de formulering en onderbouwing van een nieuwe aanvullende soort aanpak worden bestuurders overtuigd en geïnspireerd om te besluiten een aangepast beleidsvoorstel aan te nemen (Coolsma & Sijtsma, 2014). Om deze politieke kant, oftewel de rode draad van beleid, van overtuigingskracht te voorzien, wordt benadrukt dat dit een investering aan de 'voorkant' is. Op deze manier levert preventie op de lange termijn, naast persoonlijk gezondheidsrendement, uiteindelijk maatschappelijke winst op in de vorm van minder beroep op de zorg en meer arbeidsparticipatie in de toekomst.

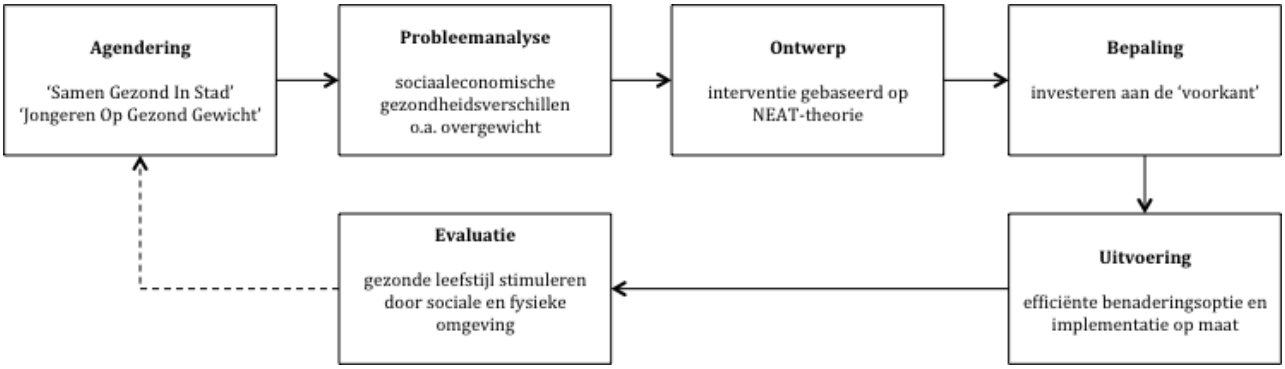
Het ingrijpen op een maatschappelijk probleem in een vroeg stadium wordt root intervention genoemd. In tegenstelling tot branch intervention worden de oorzaken en niet de symptomen en gevolgen van een probleem aangepakt (Coolsma & Sijtsma, 2014). Karakteriserend voor root intervention is dat het wijzigingen aanbrengen moeilijk en langdurig is, omdat de interventie afhankelijk is van multidisciplinaire invloeden en actoren. Daarnaast zijn directe resultaten moeilijk toe te wijzen aan de specifieke interventie en is geen vergelijking mogelijk met een controlegroep (Coolsma & Sijtsma, 2014). De gemeente Groningen moet zich hierdoor niet uit het veld laten slaan, maar moeten kracht putten uit het feit dat preventie op de lange termijn het grootste effect heeft op medisch, sociaal en financieel vlak.

## 1.6 Uitvoering: benaderingsoptie en implementatie voor doelgroep

Om de kans van slagen van het aanvullende beleidsontwerp te vergroten, wordt ook onderzoek gedaan naar de meest efficiënte benaderingsoptie van de specifieke, onbereikbare doelgroep. Daarnaast wordt geprobeerd om implementeerbare voorbeelden van interventie op maat te bieden voor een lokale en integrale aanpak. Met een opzet voor concrete stappen en middelen met behulp van de juiste actoren kunnen de SEGV teruggedrongen worden.

## 1.7 Evaluatie: gezonde leefstijl gestimuleerd door sociale en fysieke omgeving

Uit de tussentijdse evaluatie in de bestaande beleidscyclus blijkt dat eerder ingeslagen beleidswegen gefocust op voeding en/of sport niet de directe oplossingen bieden in aandachtswijken. De nieuwe, aanvullende weg met betrekking tot NEAT biedt uitkomst waarbij een gezonde leefstijl, in plaats van een oplegging, een natuurlijke bewustwording wordt gestimuleerd door de sociale en fysieke omgeving.




**Figuur 22.** De beleidscyclus met betrekking tot de efficiëntie van het preventiebeleid in de gemeente Groningen omtrent pre-diabetesontwikkeling bij kinderen in aandachtswijken. De focus in deze onderzoeksstage zal liggen op de ontwerpfase, waarbij preventie gebaseerd op NEAT de efficiëntie van het huidige beleid aanvult (eigen ontwerp gebaseerd op Coolsma & Sijtsma, 2014).

# Bijlage 2: Stromenmodel

De beschrijving van het stromenmodel belicht de probleem-, beleids- en politieke stromen die de beleidssituatie bij de gemeente Groningen kenmerken. De samenkomst van deze drie stromen 'opent de beleidsvenster', wat aanleiding geeft voor de vraag naar effectiever preventiebeleid om pre-diabetesontwikkeling tegen te gaan (figuur 23) (Coolsma & Sijtsma, 2014).

## 2.1 De probleemstroom: erkenning SEGV

Het probleem van de toename van SEGV, overgewichts- en obesitasprevalentie wordt bij de gemeente en GGD Groningen al jaren erkend als probleem. Zo bestaan er al vele initiatieven, vaak met betrekking tot voeding en/of sport, om een gezonde leefstijl bij kinderen in aandachtswijken te stimuleren (hoofdstuk 1).

## 2.2 De beleidsstroom: ervaring JOGG-gemeenten

Een beleidsstroom, oftewel een effectieve oplossing, is echter niet eenduidig, maar complex van aard. Het contract met het initiatief JOGG biedt kansen in de vorm van ondersteuning en coaching met behulp van ervaring in andere gemeenten. Hierdoor krijgt de gemeente Groningen meer financiële ruimte en middelen om tot toepasbare oplossingen te komen.

Een fundamentele basis van een biomedisch denkkader blijkt bij de gemeente Groningen te ontbreken. Met behulp van achtergrondkennis over de onderliggende fysiologische mechanismen kan de complexiteit van het overgewichtsprobleem beter begrepen worden. Op de lange termijn is deze kennis een meerwaarde voor de beleidsstroom, omdat de gemeente hiermee ook in de toekomst beleidstheorieën en interventiemogelijkheden beter kan beoordelen en onderbouwen (hoofdstuk 2). Vervolgens is de introductie van aanvullende interventiemogelijkheden gebaseerd op NEAT nieuwe input voor de beleidsstroom, zodat pre-diabetesontwikkeling effectiever kan worden voorkomen (hoofdstuk 4).

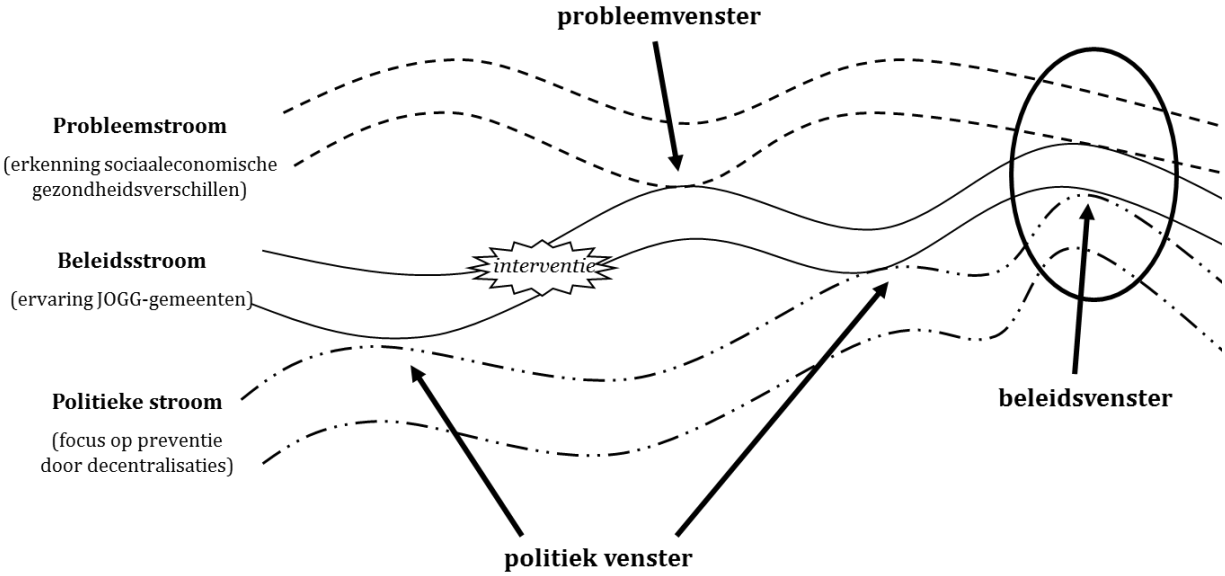
## 2.3 De politieke stroom: focus op preventie door decentralisaties

Als een gevolg van de decentralisaties kan het lokale gezondheidsbeleid momenteel rekenen op meer aandacht. De gemeente is momenteel verantwoordelijk voor haar eigen taken met betrekking tot werk, jeugd, zorg en welzijn. Daarom is dit het juiste moment waarbij het overgewichtsprobleem op de beleidsagenda komt, vanwege meer politieke steun als een gevolg van de wettelijke veranderingen. Daarnaast versterken bezuinigingen een focus op preventie en vroeg-signalering in het lokale gezondheidsbeleid.

Naast het dikker wordende kind met de ongezonde leefstijl, is de beleidsuitvoerende gemeente de eigenlijke probleemhebber, aangezien deze de ambitie en taak heeft om de collectieve gezondheid en maatschappelijke participatie te bevorderen. De sociale en fysieke omgeving van het kind, met name in de aandachtswijken, blijkt hiervoor niet stimulerend genoeg te zijn (hoofdstuk 5). Gemeenten hebben van de Rijksoverheid de verantwoordelijkheid gekregen om op lokaal niveau het gezondheidsbeleid te herindelen, zodat een deel van het beroep op de zorg in de toekomst afneemt. Daarnaast is de gemeente verantwoordelijk voor het ondersteunen van risicogroepen waar niet de eigen kracht bestaat om kinderen gezond te laten opgroeien.

## 2.4 Samenkomst stromen: vraag naar effectiever preventiebeleid

De aanleiding voor de vraag naar effectiever preventiebeleid om pre-diabetesontwikkeling tegen te gaan, is het 'openen' van de beleidsvenster waarbij de probleem-, beleids- en politieke stromen momenteel samenkomen (figuur 23) (Coolsma & Sijtsma, 2014). De combinatie van de gemeentelijke erkenning voor de SEGV (probleemstroom), het JOGG-contract (beleidsstroom) en de politieke steun door de decentralisaties (politieke stroom) maakt het mogelijk dat onderzoek gedaan kan worden naar effectievere preventie op de lange termijn.




**Figuur 23.** Het stromenmodel waarbij het beleidsvenster 'opent', omdat de probleemstroom (erkenning SEGV), de beleidsstroom (ervaring JOGG-gemeenten) en politieke stroom (focus op preventie door decentralisaties) momenteel samenkomen. Dit onderzoek leidt tot interventie in de beleidsstroom door een fundamentele basis van een biomedisch denkkader en aanvullende preventiemogelijkheden gebaseerd op NEAT te bieden (eigen ontwerp gebaseerd op Coolsma & Sijtsma, 2014).

# Bijlage 3: Verdieping fysiologische mechanismen

## 3.1 Introductie

In deze bijlage is voor de geïnteresseerde lezer achtergrondinformatie toegevoegd over energieverbruik in het menselijk lichaam en de hierbij betrokken onderliggende fysiologische mechanismen op metabool niveau. Deze bijlage biedt meer verdieping als aanvulling op hoofdstuk 2. Een biomedisch denkkader draagt bij aan het beter begrijpen van de complexiteit van metabole stoornissen omtrent overgewicht, obesitas, pre-diabetes en T2DM. Deze kennis is voor de beleidsmedewerkers en -uitvoerders van de gemeente Groningen en daarnaast voor alle andere betrokkenen bij overgewichtspreventie van belang, omdat overgewichtsproblematiek niet zo simpel is als iets minder eten en iets meer bewegen. Met behulp van dit biomedisch denkkader, als fundamentele basis voor de gemeente Groningen, kan interventie nu en in de toekomst beter beoordeeld en onderbouwd worden.

## 3.2 Gezondheid is fysiek, mentaal en sociaal welzijn

'Gezondheid' is een breed en alomvattend begrip. Om gezondheid te bereiken en het verlies hiervan te voorkomen bij bepaalde groepen is het nodig om eerst te definiëren wat gezondheid is. Tot ongeveer zeventig jaar geleden werd gezondheid omschreven als enkel de afwezigheid van ziekten (figuur 24). In 1948 heeft de WHO deze definitie geherformuleerd en werd het mentale en sociale aspect van welzijn voor de eerste keer toegevoegd. De WHO-definitie voor gezondheid luidt: de staat van compleet fysiek, mentaal en sociaal welzijn (figuur 24) en niet slechts de afwezigheid van ziekten of gebreken (Huber *et al*., 2011).

Deze definitie voor gezondheid door de WHO is echter veel bekritiseerd en nooit volledig aangenomen. Aan de ene kant wordt door gezondheidsprofessionals het inzicht dat gezondheid meer is dan fysieke gesteldheid toegejuicht, maar aan de andere kant leidt de richtlijn tot veel problemen. Het eerste probleem is het feit dat het grootste deel van de bevolking het grootste deel van de tijd ongezond zou zijn volgens de WHO-definitie. Een kleine abnormaliteit op fysiek, mentaal of sociaal vlak zou al als ongezonde conditie worden gezien en behandeld moeten worden. De conditie is echter niet per se een gezondheidsprobleem, wat leidt tot onnodige screenings, behandelingen en medische afhankelijkheid. Deze medicalisatie van de samenleving is onwenselijk vanwege hoge zorgkosten, tijdverlies en de medische risico's die onnodige behandelingen met zich meebrengen (Huber *et al*., 2011).

Ten tweede kan de WHO-definitie van gezondheid niet aangehouden worden vanwege het te ambitieuze karakter. Het gebruik van de benaming 'compleet' maakt het bereiken van ultieme gezondheid onrealistisch en vervolgens onmeetbaar. De ambitie voor wereldgezondheid zou dan onmogelijk zijn om uit te voeren (Huber *et al*., 2011).

### *3.2.1 Gezondheid bepaald door vermogen om eigen regie te voeren*

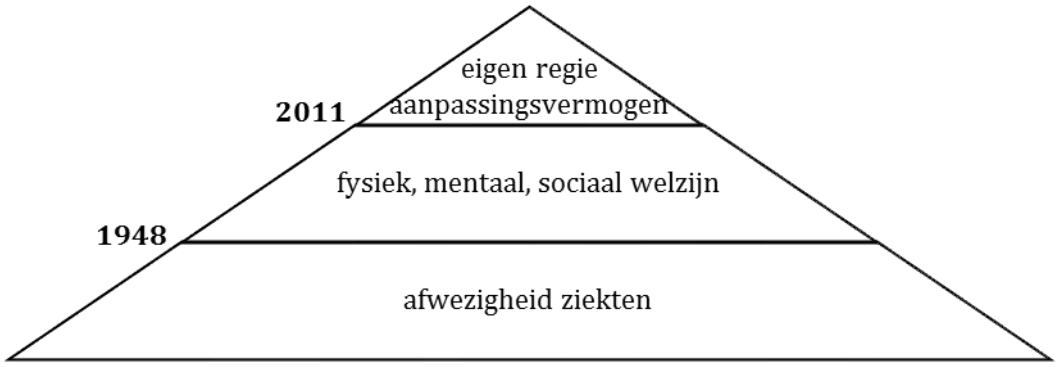
De laatste jaren neemt de kritiek op de WHO-definitie van gezondheid toe. De reden dat de richtlijn steeds meer verworpen wordt, is het ontbreken van de rol van het menselijke vermogen om zelfstandig om te gaan met verandering. De WHO-definitie van gezondheid suggereert dat mensen zich niet kunnen aanpassen aan de fysieke, emotionele en sociale uitdagingen van het leven en enkel met 'ongezond' bestempeld kunnen worden. Desalniettemin kan iemand met een chronische ziekte of handicap nog wel in staat zijn om met voldoening en welzijnservaring te functioneren in de maatschappij (Huber *et al*., 2011).

Het aanpassingsvermogen en aspect van eigen regie ontbreekt in de oude WHO-definitie, omdat ziektepatronen ten opzichte van 1948 veranderd zijn. Oud worden met een chronische ziekte of handicap is de norm geworden, omdat men niet meer per se eerder komt te overlijden na de diagnose van een chronisch ziekte (Huber *et al*., 2011). Door urbanisatie en maatschappelijke gezondheidsmaatregelen van de laatste decennia, zoals verbeterde kwaliteit van voeding, hygiëne en sanering en succesvolle zorginterventies leven mensen met een chronische ziekte tegenwoordig langer dan zij in 1948 zouden doen (Chedraui & Pérez-López,

2013, Huber *et al*., 2011, Probst-Hensch, 2010). Hierdoor kunnen zij tegenwoordig, ondanks fysieke, mentale of sociale uitdagingen, prima participeren in de samenleving door het in handen nemen van eigen regie (Huber *et al*., 2011).

Na alle kritiek op de definitie van de WHO hebben Huber *et al.* in 2011 een nieuwe richtlijn geformuleerd voor het begrip gezondheid. Bij deze moderne richtlijn is het hedendaagse ziektepatroon meegenomen en ligt de nadruk op het leren omgaan met gezondheidsuitdagingen in het leven. Daarnaast is de definitie, in tegenstelling tot die van de WHO, realistisch en meetbaar. De definitie van gezondheid door Huber *et al.* luidt: het vermogen van mensen om zich aan te passen en een eigen regie te voeren (figuur 24), tegen de achtergrond van fysieke, emotionele en sociale uitdagingen van het leven (Huber *et al*., 2011). In het licht van deze omschrijving is gezondheid niet het volledig in orde zijn van de fysieke, mentale en sociale gesteldheid, maar de kracht van mensen met een chronische ziekte of handicap om zich aan te kunnen passen aan deze uitdaging. Op deze manier is ongezondheid het niet in staat zijn om eigen regie te voeren, wanneer iemand geconfronteerd wordt in het leven met dusdanige fysieke, mentale of sociale omstandigheden.

De gemeente Groningen hanteert Huber's moderne richtlijn van gezondheid, omdat het aansluit op de huidige ambitie van de gemeente. De gemeente wil de maatschappelijke participatie van haar bevolking bevorderen, waarbij iedereen zo goed mogelijk op zijn of haar eigen manier, ondanks ziekte of handicap, regie kan hebben op zijn of haar leven en mee kan doen in de samenleving (Gemeente Groningen, 2014).




**Figuur 24.** De uitbreidende definitie van het begrip 'gezondheid' in de jaren (eigen ontwerp).

### *3.2.2 Gezondheid draagt bij aan ontwikkeling en schoolprestaties van kinderen*

Als gevolg van overgewicht kunnen kinderen zich minder goed ontwikkelen, nemen schoolprestaties af en neemt pesterij toe. Op deze manier hebben kinderen met overgewicht in de toekomst minder kans op werk en maatschappelijke participatie en doen zij eerder beroep op uitkering en zorg (JOGG, 2015). In dit geval is er sprake van afgenomen aanpassingsvermogen bij een fysieke, mentale en sociale uitdagingen en beschouwt de gemeente Groningen deze opgroeiende kinderen als ongezond. Wanneer maatschappelijke participatie en gezondheid niet op eigen kracht bereikt kunnen worden, kan ondersteuning en coaching door de gemeente uitkomst bieden. De gemeente Groningen ziet gezondheid als middel om kinderen fitter, zelfverzekerder en gelukkiger te laten opgroeien, zodat zij zich met gelijke kansen kunnen ontwikkelen (Gemeente Groningen, 2014). De gemeente Groningen wil op deze manier de toenemende trend van SEGV tussen hoger en lager opgeleiden in verschillende wijken keren (Gemeente Groningen, 2014, JOGG, 2015).

## 3.3 Arbeidsprocessen draaien op energie

De toenemende prevalentie van overgewicht verhindert kinderen om op te groeien zonder fysieke, mentale en sociale uitdagingen. Om gezondheid te stimuleren en overgewicht te voorkomen, is het een meerwaarde voor beleidstheorieën en interventiemogelijkheden om te begrijpen wat de biomedische achtergrond is van het gezondheidsprobleem. Begrip van de

fysiologie, oftewel het gewone en gezonde functioneren van het menselijk lichaam, ondersteunt het begrip van de pathologie, oftewel het disfunctioneren van organen en processen wat tot ziekten leidt.

In het menselijk lichaam is er sprake van een energiebalans, met aan de ene kant energie-inname en aan de andere kant energieverbruik (hoofdstuk 2). Energie is noodzakelijk om in leven te blijven en alle functies en arbeidsprocessen in het lichaam te behouden. Als gevolg van een constante energieonbalans, veranderen metabole processen waardoor ook het energieverbruik voor allerlei onderliggende arbeidsprocessen in het lichaam verstoord wordt. Chronische metabole stoornissen zoals insulineresistentie bemoeilijken het energieverbruik, waardoor noodzakelijke arbeidsprocessen in het lichaam verstoord worden. Op deze manier kunnen er allerlei pathologische aandoeningen ontwikkeld worden (hoofdstuk 2) (James, 2008).

Energie-afhankelijke arbeidsprocessen verricht in het menselijk lichaam worden onderverdeeld in drie soorten arbeid (Johnson *et al.*, 2010).

### *3.3.1 Energie noodzakelijk voor transport*

Ten eerste wordt energie verbruikt voor transport, zodat het mogelijk is dat materialen het menselijk lichaam binnen kunnen treden en er ook weer uit kunnen. Voedingssupplementen zijn materialen die het lichaam kunnen binnen treden om vervolgens energie te leveren. Op deze manier kost het eerst energie om energie te creëren. Daarnaast kan energie verbruikt worden om materialen te transporteren tussen gebieden binnen het lichaam. Moleculen moeten bijvoorbeeld getransporteerd worden van de ene kant van het celmembraan naar de andere kant (Johnson *et al.*, 2010).

### *3.3.2 Energie noodzakelijk voor mechanische arbeid*

Energie in het menselijk lichaam wordt ten tweede verbruikt voor mechanische arbeid. Met mechanische arbeid wordt zowel uitwendige als inwendige arbeid bedoeld. Uitwendige arbeid is bijvoorbeeld de beweging van skeletspieren, waarbij energie verbruikt wordt voor de contractie van intracellulaire spiervezels en -filamenten. Inwendige arbeid is bijvoorbeeld de pompfunctie van het hart of de peristaltische beweging van de darmen (Johnson *et al.*, 2010).

De meeste arbeidsprocessen in het menselijk lichaam gaan onbewust zonder dat de individu hier controle op heeft. Een mens kan zijn energieverbruik enkel vrijwillig verhogen door zijn mechanische uitwendige arbeid te stimuleren, door bijvoorbeeld meer te lopen of te bewegen (hoofdstuk 4) (James, 2008, Johnson *et al.*, 2010).

### *3.3.3 Energie noodzakelijk voor chemische arbeid*

De derde classificatie van arbeid is chemische arbeid, waarbij energie verbruikt wordt voor synthese en opslag. Energie voor synthese maakt groei en onderhoud van het menselijk lichaam mogelijk. Energie kan ook opgeslagen worden voor een ander moment. De opslag van energie behelst aan de ene kant korte-termijnopslag in energierijke fosfaatcomponenten zoals adenosinetrifosfaat (ATP) en aan de andere kant lange-termijnopslag in chemische verbindingen van glycogeen en vet (Johnson *et al.*, 2010).

## 3.4 Metabolisme: balans van opbouw en afbraak van moleculen

Metabole processen voorzien arbeidsprocessen van energie en maken groei en onderhoud van cellen en weefsels mogelijk. Metabolisme, oftewel stofwisseling, is de totaliteit van alle chemische reacties in het menselijk lichaam. Bij chemische reacties worden moleculen omgezet voor opbouw of afbraak. Om deze veranderingen uit te kunnen voeren is energie van nutriënten uit voeding nodig. Energie kan direct vrijkomen wanneer chemische verbindingen in ATP, phosphocreatine en andere energierijke componenten in voeding worden afgebroken (Johnson *et al.*, 2010).

Aan de ene kant kunnen metabole processen leiden tot anabolisme, oftewel de synthese van grotere moleculen met gebruik van kleinere moleculen en energie. Anabole processen zijn nodig om fundamentele componenten te synthetiseren voor groei en onderhoud van cellen en weefsels. Een voorbeeld van een anabool proces is spieropbouw. Aan de andere kant is katabolisme mogelijk, oftewel afbraak van grotere moleculen tot kleinere moleculen waarbij energie vrijkomt. Door een katabool proces kan energie bijvoorbeeld gebruikt worden voor arbeid of warmte (Johnson *et al.*, 2010).

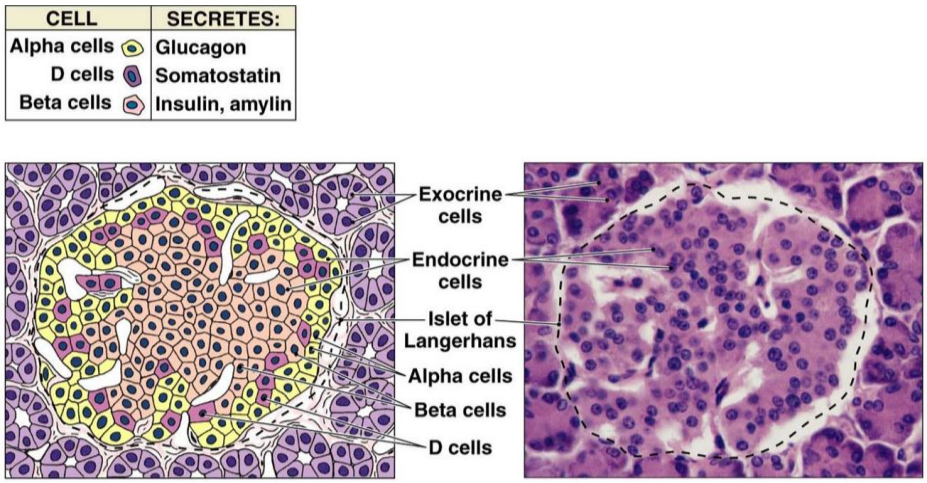
### *3.4.1 Metabole processen in homeostase door endocrien systeem*

Het endocriene systeem is de gehele complexiteit van klieren die hormonen afgeven ín het menselijk lichaam. Hormonen zijn signaalstoffen die worden afgegeven in bloed en elders in het lichaam hun effect hebben op bepaalde doelcellen- of weefsels. Dit endocriene systeem moet niet verward worden met het tegenovergestelde exocriene systeem, dat het geheel van klieren omvat dat stoffen afgeeft búiten het lichaam en in het maagdarmstelsel. De holte van mond, slokdarm, maag, twaalfvingerige, dunne, dikke darm tot endeldarm staat in contact met de buitenwereld en wordt daarom ook als exocrien gezien (Johnson *et al.*, 2010).

Het endocriene systeem in combinatie met het zenuwstelsel reguleren de metabole processen. Het zenuwstelsel is met name verantwoordelijk voor de regulatie van voedselinname, terwijl het endocriene systeem de interne homeostase, oftewel het evenwicht, van de metabole processen reguleert. De afgifte van hormonen beïnvloedt elk uur de interne homeostase en daarmee de wisselwerking van energieopname en -afgifte (Johnson *et al.*, 2010).

De pancreas, oftewel de alvleesklier, is een intern orgaan dat exocriene en endocriene cellen bevat. Het grootste deel van het pancreasweefsel is verantwoordelijk voor de productie van exocriene stoffen zoals verteringsenzymen en het pH-neutraliserende waterstofcarbonaat. Een veel kleiner deel dat minder dan 2% van de pancreas omvat, maar wel van levensbelang is, bestaat uit endocriene cellen (Johnson *et al.*, 2010).

De endocriene cellen zijn geclusterd in de zogenaamde eilandjes van Langerhans (figuur 25). Deze celclusters bestaan uit vier verschillende celsoorten die verschillende soorten peptidehormonen afgeven in de bloedbaan. Ongeveer 75% van de endocriene pancreascellen zijn de bètacellen die insuline en amyline produceren en afgeven. De alfacellen omvatten ongeveer 20% van de eilandjes van Langerhans en geven glucagon af. De overige endocriene cellen zijn veelal D-cellen die somastatine afgeven en daarnaast zijn er nog enkele zeldzame F- of PP-cellen die pancreas-polypeptide produceren. De eilandjes van Langerhans worden beïnvloed door zowel sympatische als parasympatische neuronen en staan in nauw contact met omliggende bloedvaten (Johnson *et al.*, 2010).




**Figuur 25.** De schematische en microscopische clusterstructuur van een eilandje van Langerhans in de pancreas met de endocriene alfa-, bèta- en D cellen, respectievelijk producerend glucagon, insuline plus amyline en somatostatine (Johnson *et al.*, 2010).

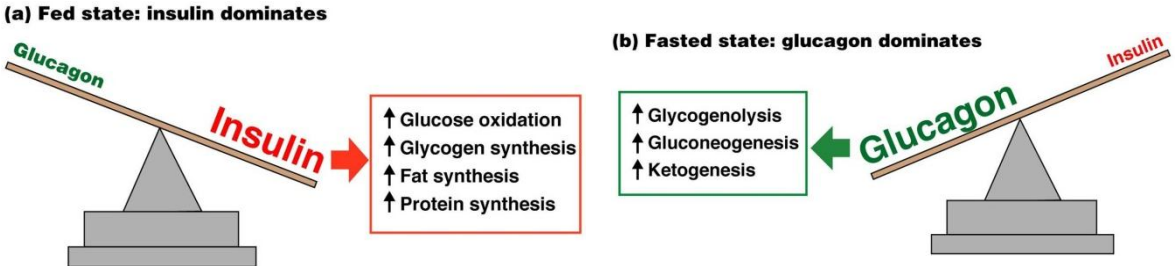
### *3.4.2 Hormoonratio insuline-glucagon bepaalt glucosemetabolisme*

De metabole processen in het menselijk lichaam worden in homeostase gehouden door de hormoonratio van insuline tegenover glucagon. Deze hormonen hebben een antagonistische werking op elkaar, wat willen zeggen dat de één het effect van de ander remt en dus een tegengestelde werking heeft (Johnson *et al.*, 2010).

De concentratie van het plasmaglucose, oftewel de suikerwaarde van het bloed, wordt met behulp van insuline en glucagon binnen de aanvaardbare grenzen van hypo- en hyperglykemie gehouden (±90-130 mg/dL). Beide hormonen zijn vrijwel altijd aanwezig in het bloedplasma, maar de ratio is bepalend voor het effect op de glucosemetabolisme. Insuline en glucagon hebben beide een korte halfwaardetijd van ongeveer vijf minuten. Dat wil zeggen dat het effect van het hormoon van korte duur is en het hormoon continu moeten worden afgegeven om effectiviteit te behouden. Hierdoor kan de ratio insuline-glucagon constant variëren en is er een wisselende balans van de metabole richting (Johnson *et al.*, 2010).

Wanneer de concentratie insuline domineert in het bloed is er sprake van een verzadigde toestand en vervolgens energieproductie. Wanneer de concentratie glucagon hoger is, is er sprake van een nuchtere toestand en vervolgens energieverbruik (figuur 26). Insuline verlaagt de plasmaconcentratie van glucose door glucosetransport van de bloedbaan naar cellen te stimuleren. Daarnaast worden anabole processen gestimuleerd waarbij glucose opgeslagen wordt in de lever in de vorm van glycogeen. Ook wordt vet- en eiwitsynthese geïnduceerd (Johnson *et al.*, 2010).

Glucagon heeft een tegenovergesteld effect waarbij de plasmaconcentratie van glucose wordt verhoogd. Glucagonafgifte stimuleert katabole processen waarbij glycogeenafbraak en glucoseproductie in de lever wordt geïnduceerd. Daarnaast worden energierijke ketonlichamen geproduceerd als gevolg van vetzuurafbraak. Bovendien inhiberen geactiveerde alfacellen de bètacellen in de eilandjes van Langerhans van de pancreas, waardoor insuline-afgifte geremd wordt (Johnson *et al.*, 2010).




**Figuur 26.** (a) Verzadigde toestand waarbij de insulineconcentratie domineert ten opzichte van glucagon. (b) Nuchtere toestand waarbij glucagon domineert ten opzichte van insuline (Johnson *et al.*, 2010).

## 3.5 Meerdere stimuli voor insuline-afgifte

De wisselende ratio van insuline- en glucagonconcentraties is afhankelijk van verschillende stimuli. Insuline wordt afgegeven door de bètacellen bij 1) verhoogde glucoseconcentratie, 2) verhoogde aminozurenconcentratie, 3) verhoogde hormoonafgifte door het maagdarmstelsel, 4) toegenomen parasympatische input en 5) afgenomen sympatische input (Johnson *et al.*, 2010).

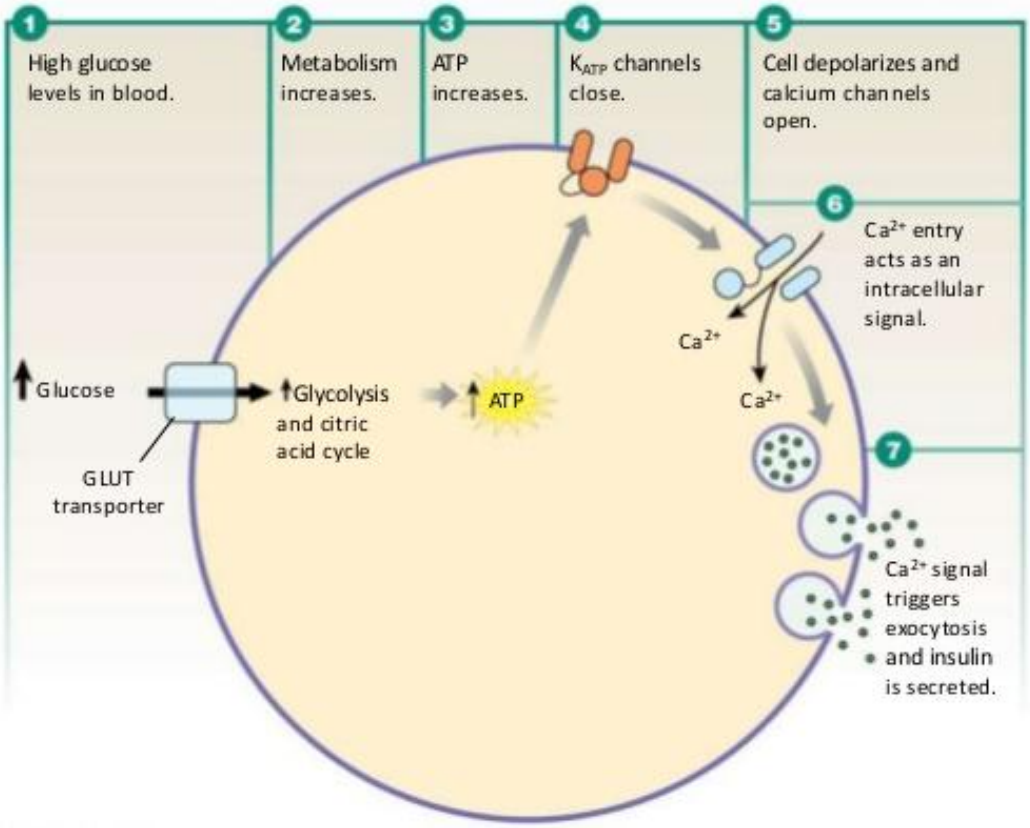
### *3.5.1 Insuline-afgifte als respons op glucoseconcentratie*

Wanneer de plasmaconcentratie van glucose de drempelwaarde van 100 mg/dL bereikt, is dit de eerste en belangrijkste stimulus voor de pancreas om insuline af te geven. Na het eten van een maaltijd wordt er meer glucose opgenomen in het bloed door absorptie via de dunne darm. Vervolgens bereikt glucoserijk bloed de pancreas en ontvangen de bètacellen het signaal van de toegenomen glucoseconcentratie (Johnson *et al.*, 2010).

De bètacellen nemen glucose op met behulp van de zogenaamde glucosetransporter type 2 (GLUT2). GLUT2 is een eiwit op het membraan van de bètacel dat het transport van glucose de

cel in mogelijk maakt (figuur 27). Toegenomen glucose in de bètacel verhoogt het metabole proces waarbij glucose met behulp van glycolyse en de natuurlijke citroenzuurcyclus afgebroken en omgezet wordt tot ATP. De verhoogde concentratie van ATP levert de nodige energie voor de bètacel om ATP-gereguleerde kaliumkanalen op het membraan te sluiten. Hierdoor kunnen kaliumionen ($K^+$) niet meer de cel uitlekken en wordt er een zodanige spanning opgebouwd dat de cel depolariseert. De cellulaire reactie hierop is dat de spanningsafhankelijke calciumkanalen op het membraan openen en calciumionen ($Ca^{2+}$) de bètacel in stromen. De toegenomen concentratie van $Ca^{2+}$ in de bètacel is het signaal om insuline af te geven (Johnson *et al.*, 2010).

Insuline in de bètacel ligt klaar en verpakt in zogenaamde vesikels afwachtend op dit signaal. Vesikels zijn membraanblaasjes in het cytoplasma van een cel die bepaalde moleculen kunnen afsluiten voordat zij afgegeven mogen worden. De afgifte van de inhoud van een vesikel heet exocytose, waarbij het membraan van het blaasje fuseert met het plasmamembraan van de cel en de opgeslagen moleculen vrij komen. In dit geval ligt insuline verpakt in vesikels als het ware klaar en te wachten op het $Ca^{2+}$-signaal voordat het afgegeven kan worden (Johnson *et al.*, 2010).




**Figuur 27.** De reactie van een bètacel in een eilandje van Langerhans van de pancreas op een verhoogde plasmaconcentratie van glucose waarbij met behulp van GLUT2-transport, ATP-productie en celdepolarisatie insuline wordt geëxocyteerd (Johnson *et al.*, 2010).

### *3.5.2 Insuline-afgifte als respons op aminozurenconcentratie*

Vaak wordt gedacht dat insuline alleen wordt afgegeven bij een hoge concentratie van plasmaglucose. Een tweede stimulus voor insuline-afgifte is echter ook de toegenomen plasmaconcentratie van aminozuren. Aminozuren zijn de bouwstenen van eiwitten. Wanneer eiwitten uit voeding afgebroken worden, blijven aminozuren over die bijdragen aan energie en opbouw in het menselijk lichaam. Met name een verhoogde plasmaconcentratie van de aminozuren leucine, phenylalanine en tyrosine zijn positief gecorreleerd met verhoogde insuline-afgifte (Van Loon *et al.*, 2000, Johnson *et al.*, 2010).

### *3.5.3 Insuline-afgifte als respons op GI-hormoonconcentratie*

Een derde en belangrijke factor die insuline-afgifte bevordert, is de concentratieverhoging van gastro-intestinale (GI) hormonen afgegeven door het maagdarmstelsel. Zo'n 50% van alle insuline-afgifte wordt gestimuleerd door GI-hormonen (Johnson *et al.*, 2010). Deze metabole GI-hormonen worden incretines genoemd (Johnson *et al.*, 2010, Yabe & Seino, 2011).

De belangrijkste incretines zijn gastric inhibitory peptide (GIP) en glucagon-like peptide-1 (GLP-1). Na het eten van een maaltijd wordt GIP afgegeven door de K-cellen die zich met name in het jejunum bevinden, oftewel het eerste deel van de dunne darm. GLP-1 wordt afgegeven door de L-cellen die zich voornamelijk in het ileum bevinden, oftewel het laatste deel van de dunne darm (Johnson *et al.*, 2010, Yabe & Seino, 2011). Beide incretines worden via de bloedsomloop naar de pancreas getransporteerd en geven daar hun signaal af aan de bètacellen door te binden aan hun specifieke receptor op het celmembraan (Yabe & Seino, 2011). Dit signaal komt eerder bij de bètacellen aan dan dat de eerste glucose na een maaltijd wordt geabsorbeerd. De voorafgaande insuline-afgifte door GIP en GLP-1 voorkomt op deze manier een enorme glucosepiek direct na de maaltijd (Johnson *et al.*, 2010). GIP en GLP-1 voorkomen daarnaast dat bètacellen niet in apoptose gaan, oftewel sterven. Proliferatie, oftewel celdeling, van bètacellen wordt juist bevorderd. Hierdoor wordt de celmassa en functie van de endocriene pancreas behouden en zijn incretines veelbelovend in behandelingsstudies voor diabetes DM (Yabe & Seino, 2011). Daarnaast inhiberen GIP en GLP-1 de glucagonafgifte door alfacellen (Johnson *et al.*, 2010).

Andere GI-hormonen zoals cholecystokinine (CCK) en gastrine versterken de insuline-afgifte (Johnson *et al.*, 2010). CCK wordt afgegeven door het duodenum, oftewel de twaalfvingerige darm, en het jejunum. Als een reactie op vetabsorptie wordt CCK afgegeven en insuline-afgifte gestimuleerd (Lo *et al.*, 2011). Gastrine wordt afgegeven door G-cellen in het maagantrum, oftewel het onderste deel van de maag, het duodenum en het jejunum. Verhoogde afgifte van CCK en gastrine bevordert naast het stimuleren van insulinesecretie, ook de groei van bètacellen (Rehfeld, 2011).

### *3.5.4 Insuline-afgifte als respons op parasympatische input*

Het autonome zenuwstelsel in het menselijk lichaam is het onwillekeurige zenuwstelsel dat onbewuste functies uitvoert, zoals ademhaling, hartfunctie, spijsvertering en metabolisme. Het autonome zenuwstelsel is tegengesteld aan het centrale zenuwstelsel. Het centrale zenuwstelsel is willekeurig en bewust te beïnvloeden, door bijvoorbeeld spieren aan te sturen om te kunnen lopen (Johnson *et al.*, 2010).

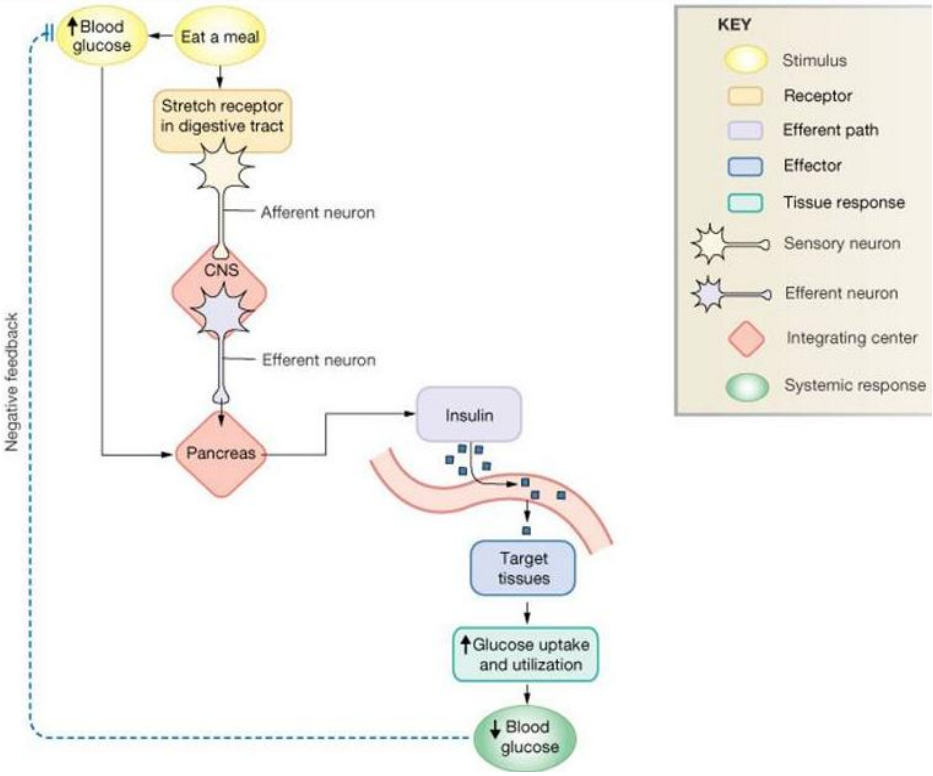
Het autonome zenuwstelsel is onder te verdelen in twee regulatiesystemen, namelijk de sympaticus en de parasympaticus. Vanuit evolutionair-historisch perspectief is het voordelig voor het menselijk lichaam om onderscheid te hebben tussen deze twee takken. De sympaticus maakt met behulp van adrenaline het menselijk lichaam klaar voor actie, om bijvoorbeeld snel te vechten of te vluchten. De sympaticus stimuleert het autonome zenuwstelsel om de ademhaling te versnellen en de hartslag te verhogen, zodat zuurstofrijk bloed snel naar de nodige spieren stroomt. Tegenovergesteld is het parasympatische systeem. Wanneer er zogenaamd niet gevochten of gevlucht hoeft te worden, kan het menselijk lichaam rusten, groeien, onderhouden en herstellen. De parasympaticus stimuleert dan bloedtoevoer naar de weefsels en organen die energie nodig hebben om dit uit te voeren, zoals de darmen voor energieopname uit voeding. Vandaag de dag in de Westerse wereld is het autonome zenuwstelsel niet meer onderworpen aan de prehistorische fight-flight responsen, maar de balans tussen sympatische actie en parasympatisch herstel is nog steeds intact. Stress is een voorbeeld van stimulering van de sympaticus, waarbij de ademhaling, hartslag en bloeddruk toeneemt. Op dat moment is er minder activiteit van de parasympaticus, waardoor bijvoorbeeld de spijsvertering bemoeilijkt wordt (Johnson *et al.*, 2010).

Een vierde stimulus voor insuline-afgifte is de dominantie van het parasympatische systeem. Vice versa maakt dat een afgenomen sympatische input de vijfde stimulus voor

insuline-afgifte. De insuline-afgifte neemt toe, wanneer het lichaam zich herstelt en energie nodig is voor onderhoud en groei. Tijdens stimulatie van de sympaticus, bijvoorbeeld tijdens lichamelijke activiteit of stress, is er minder energie beschikbaar voor de endocriene functie van insuline (Johnson *et al.*, 2010).

### *3.5.5 Negatieve feedback voor insuline-afgifte na afname stimili*

Na de aandrijving van insuline-afgifte, afhankelijk van de vijf verschillende stimuli, wordt glucosetransport in cellen en weefsels gestimuleerd. Aanvankelijk was er een vraag naar insuline-afgifte als respons op een verhoogde concentratie van plasmaglucose na het eten van een maaltijd. De pancreas geeft insuline af in het bloed en glucose kan worden opgenomen en benut in de cellen en weefsels die het kunnen gebruiken. Vervolgens neemt de concentratie van plasmaglucose weer af en komt de stimulus te vervallen. Als respons wordt de pancreas geïnhibeerd om nog meer insuline af te geven. Dit wordt negatieve feedbackregulatie genoemd, zodat een homeostase van glucose- en insulineconcentraties in stand gehouden kan worden (figuur 28) (Johnson *et al.*, 2010).



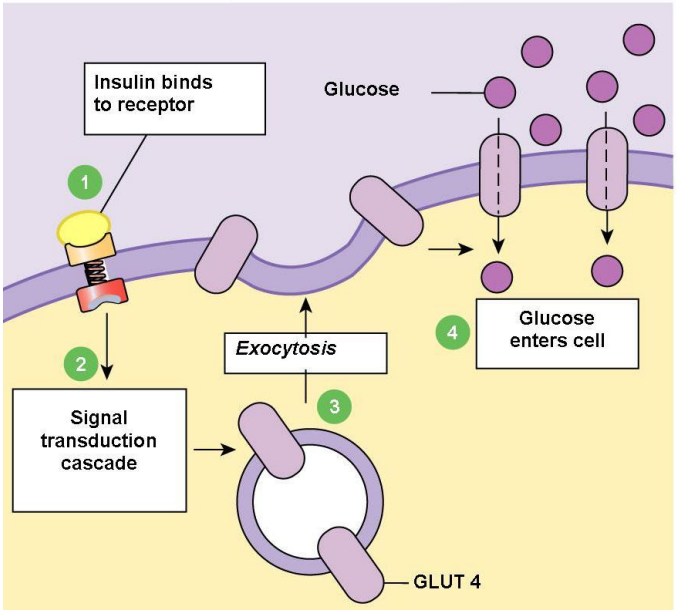

**Figuur 28.** De negatieve feedbackregulatie van insuline-afgifte als respons op variërende concentraties van plasmaglucose (Johnson *et al.*, 2010).

## 3.6 Glucosetransport mogelijk door synthese GLUT4-eiwit

Insuline stimuleert het glucosetransport van de bloedbaan naar cellen die insulinegevoelig zijn. Insulinegevoelige cellen zijn vetweefsel- en rustende skeletspiercellen. Zonder insuline kan glucose niet in deze cellen worden opgenomen en zou er sprake zijn van hyperglykemie. Door middel van glucosetransport stimuleert insuline het verbruik en de opslag van glucose in deze cellen. Daarnaast stimuleert insuline ook het verbruik van aminozuren en de synthese van vetten (Johnson et al., 2010). Door metabole stoornissen, zoals glucose-intolerantie en insulineresistentie, wordt glucosetransport naar vetweefsel- en rustende skeletspiercellen bemoeilijkt.

### *3.6.1 Zonder insuline geen glucosetransport naar vet- en rustende skeletspiercellen*

Om glucose te transporteren over het celmembraan van een vet- of skeletspiercel wordt er een vier-stappen intracellulair proces in gang gezet (figuur 29).




**Figuur 29.** De vier stappen van het intracellulaire proces om insuline-afhankelijk glucosetransport in vet- en rustende skeletspiercellen mogelijk te maken met behulp van het GLUT4-eiwit (Johnson *et al.*, 2010).

Allereerst bindt insuline aan de insulinereceptor op het celmembraan. Deze tyrosine-kinasereceptor aan de buitenkant van de cel is specifiek voor het signaalmolecuul insuline en kan een bepaald signaal doorgeven aan de cel om het transportproces in gang te zetten. Het signaal wordt omschreven als een transductiecascade, waarbij de overdracht van het signaal stapsgewijs als een schakeling van reacties verloopt (Johnson *et al.*, 2010).

De tweede stap die wordt geïnduceerd om glucosetransport de cel in mogelijk te maken, is de fosforylering van een bepaald substraat van de insulinereceptor. Fosforylering is een veel voorkomende reactie tijdens signaaltransducties waarbij een fosfaatgroep aan een substraat wordt gekoppeld. Door deze structuurverandering wordt het substraat geactiveerd en kan het zijn functie uitvoeren. In dit geval wordt het insuline-receptorsubstraat (IRS) na insulinebinding gefosforyleerd en daarmee geactiveerd. Vervolgens wordt een complexe cascade van reacties, de zogenaamde second messenger processen geïnduceerd. Hierbij kan direct de activatie of remming van metabolisme-regulerende enzymen gestimuleerd worden. Ook kan indirect de synthese van deze enzymen beïnvloed worden door middel van effect op transcriptiefactoren in de celkern (Johnson *et al.*, 2010, Richter & Hargreaves, 2013).

De second messenger cascade induceert op deze manier de derde stap, namelijk de synthese en exocytose van het eiwit glucosetransporter type 4 (GLUT4). GLUT4 is een eiwit dat, eenmaal aanwezig op het celmembraan, glucose kan transporteren over het membraan van het extracellulaire naar het intracellulaire plasma. Wanneer de plasmaconcentratie van insuline afgenomen is, bevindt GLUT4 zich op de cytoplasmatische vesikels. In dit geval zit het molecuul niet verpakt ín het membraanblaasje, maar is GLUT4 óp het vesikelmembraan aanwezig. In de vorm van een vesikel is GLUT4 afgesloten van het plasmamembraan en kan het zijn transporterende functie van bloed naar cel nog niet uitvoeren. GLUT4 in vesikeltoestand ligt als het ware klaar, afwachtend op de activering van de signaalcascade. Wanneer de plasmaconcentratie van insuline toegenomen is en de signaalcascade door insuline-receptorbinding geactiveerd wordt, zullen de vesikels met GLUT4 naar het plasmamembraan

worden getransporteerd. Daar fuseren de vesikels met het plasmamembraan waardoor de inhoud van de vesikel, in dit geval GLUT4, een plaats krijgt op het membraan (Johnson *et al.*, 2010, Richter & Hargreaves, 2013).

De laatste en vierde stap van het intracellulaire proces van glucosetransport in vet- en rustende skeletspiercellen is het daadwerkelijke transport zelf. Door de aanwezigheid van GLUT4-eiwit op het membraan wordt het eiwit beschikbaar voor binding met extracellulaire glucose en kan het zijn functie, het glucosetransport over het celmembraan, uitvoeren. Na deze diffusie kan de cel vervolgens glucose als energie verbruiken of opslaan (Johnson *et al.*, 2010).

### *3.6.2 Zonder insuline wel glucosetransport naar gecontraheerde skeletspiercellen*

Uit recent onderzoek blijkt dat insulinegevoelige skeletspieren onder bepaalde omstandigheden toch glucose kunnen transporteren over het celmembraan, ondanks afwezigheid van insuline of in het geval van insulineresistentie. Contractie van skeletspieren stimuleert namelijk de verplaatsing van GLUT4-eiwitten naar het plasmamembraan. In dit geval kunnen cellen in het hart en gecontraheerde skeletspieren toch glucose opnemen, onafhankelijk van insuline-activiteit (Johnson *et al.*, 2010, Park *et al.*, 2015, Richter & Hargreaves, 2013 ).

Dit gegeven is belangrijk bij ontwikkeling van pre-diabetes waarbij cellen steeds meer insulineongevoelig worden. Toename van contractie van de skeletspieren door beweging zou kunnen bijdragen om toch glucose de cel in te transporteren, onafhankelijk van insuline. Als gevolg van meer beweging worden meer GLUT4-eiwitten op de spiercellen gepresenteerd (Park *et al.*, 2015, Richter & Hargreaves, 2013). Om preventiebeleid omtrent pre-diabetesontwikkeling effectiever te maken, moet daarom de alledaagse activiteit en beweging gestimuleerd worden (Park *et al.*, 2015).

Naast het stimuleren van GLUT4-activiteit, stimuleert beweging ook de biogenesis van mitochondriën in skeletspiercellen. Mitochondriën zijn de energiefabriekjes van cellen en bij T2DM-patiënten werken deze minder goed. De onderliggende mechanismen en intracellulaire signaalprocessen voor de toename van GLUT4 en mitochondriën door beweging zijn nog niet volledig begrepen. De concentratie van $Ca^{2+}$ en een afgenomen fosfaatconcentratie zouden een rol spelen en bekend is dat signalerings- en transcriptiefactoren overlappen (Diabetesfond, 2015, Johnson *et al.*, 2010, Holloszy, 2008, Park *et al.*, 2015, Richter & Hargreaves, 2013).

## 3.7 Metabole veranderingen leiden tot chronische stoornissen

Wanneer door een continu positieve energiebalans metabole veranderingen ontstaan, neemt het risico om meerderde fysieke en mentale aandoeningen en chronische ziekten te ontwikkelen toe (hoofdstuk 2). Metabole stoornissen als glucose-intolerantie en insulineresistentie kenmerkend voor T2DM zijn gezondheidsrisico's die de kans op ontwikkeling van hart- en vaatziekten en een metabool syndroom vergroten.

### *3.7.1 DM wordt onderverdeeld in twee type aandoeningen*

DM, oftewel suikerziekte, is de meest voorkomende chronische ziekte in Nederland. Volgens het recentste onderzoek van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) zijn 834.100 patiënten in Nederland gediagnostiseerd met DM. In werkelijkheid zouden er volgens het RIVM zeker een miljoen Nederlanders DM hebben, maar is een groot deel T2DM-patiënten is (nog) niet gediagnostiseerd. De levensverwachting voor DM-patiënten met een leeftijd van 45 jaar is tien jaar korter vergeleken met gezonde leeftijdsgenoten (Diabetesfond, 2015).

DM is een metabole stoornis waarbij het endocriene systeem van de pancreas verstoord is. Kenmerkend voor DM-patiënten is een abnormaal verhoogde bloedsuikerspiegel. Dit houdt in dat de concentraties van plasmaglucose ongebruikelijk hoog zijn wat hyperglykemie wordt genoemd. De concentratie van het plasmaglucose kan zo hoog zijn om verschillende insuline-afhankelijke oorzaken: onvoldoende insuline-afgifte door de pancreas of een afwijkende reactie van cellen en weefsels op de insuline-afgifte. De oorzaak van hyperglykemie kan ook een combinatie zijn van deze factoren (Johnson *et al.*, 2010). Wanneer hyperglykemie een

chronische situatie is, kan DM leiden tot vele complicaties zoals schade aan hart, bloedvaten, ogen, nieren, zenuwstelsel, hersenen en psychologische gesteldheid (hoofdstuk 2) (Diabetesfonds, 2015, Johnson *et al.*, 2010).

DM wordt gezien als een familie van ziekten en wordt onderverdeeld in twee typen ziektebeelden. 10% van alle DM-patiënten is gediagnostiseerd met type 1 (T1DM) en 90% met type 2 diabetes mellitus (T2DM). Het onderscheid tussen deze twee typen wordt gemaakt, omdat oorzaken, ontwikkeling, pathologische gevolgen en mogelijke behandelingen verschillen tussen T1DM en T2DM (Diabetesfond, 2015, Johnson *et al.*, 2010).

### *3.7.2 T1DM gekarakteriseerd door afname insuline-afgifte*

T1DM is een auto-immuunziekte. Hierbij worden de bètacellen van de pancreas vernietigd met behulp van eigen antilichamen en leukocyten, omdat het immuunsysteem de bètacellen niet herkend als lichaamseigen. Het gevolg van deze bètaceldisfunctie is een sterk verminderde insuline-afgifte dat leidt tot een insulinetekort in het bloed. Na het nuttigen van een maaltijd wordt glucose in de darmen van een T1DM-patiënt normaal opgenomen in het bloed, aangezien dit insulineonafhankelijk gereguleerd is. Maar vervolgens is de opname van de glucose uit het bloed naar cellen en weefsels sterk verminderd, aangezien dit insuline-afhankelijk gereguleerd is. Het cellulaire metabolisme zal door het insulinetekort geremd worden (Johnson *et al.*, 2010).

T1DM ontwikkelt zich vaak al op jonge leeftijd vanwege een genetische aanleg, maar het ziektebeeld kan zich soms ook ontwikkelen door bepaalde voeding (gluten en koemelk) of een virale infectie. Om te leven met T1DM zijn patiënten afhankelijk van dagelijkse glucosemetingen en insuline-injecties, handmatig of met een insulinepomp, en zijn zij genoodzaakt om hun leven lang op het dieet te letten. Naar implantatie van ingekapselde bètacellen in het menselijk lichaam wordt veel onderzoek gedaan, maar tot dusver is een genezende behandeling voor T1DM nog niet gevonden (Diabetesfond, 2015, Johnson *et al.*, 2010).

### *3.7.3 T2DM gekarakteriseerd door insuline-resistentie*

T2DM werd vroeger vaak omschreven als ouderdomsdiabetes en was meer voorkomend bij de bevolkingsgroep ouder dan 40 jaar. Echter, neemt de ontwikkeling van het ziektebeeld bij kinderen en adolescenten tegenwoordig zorgwekkend toe (hoofdstuk 2) (Diabetesfond, 2015, Johnson *et al.*, 2010). Bij T2DM kan er sprake zijn van insulinetekort, insulineresistentie of een combinatie van deze twee aspecten. De concentratie van plasmaglucose in nuchtere toestand is bij een T2DM-patiënt verhoogd vergeleken met een gezonde individu. Daarnaast kenmerkt insulineresistentie zich door een vertraagde reactie op de aanwezige insuline, zodat de concentratie plasmaglucose voor langere tijd verhoogd blijft na een maaltijd (figuur 30). Dat wil zeggen dat een T2DM-patiënt een verslechterde glucosetolerantie heeft, omdat toegenomen glucose na een maaltijd vertraagd wordt opgenomen (Johnson *et al.*, 2010).

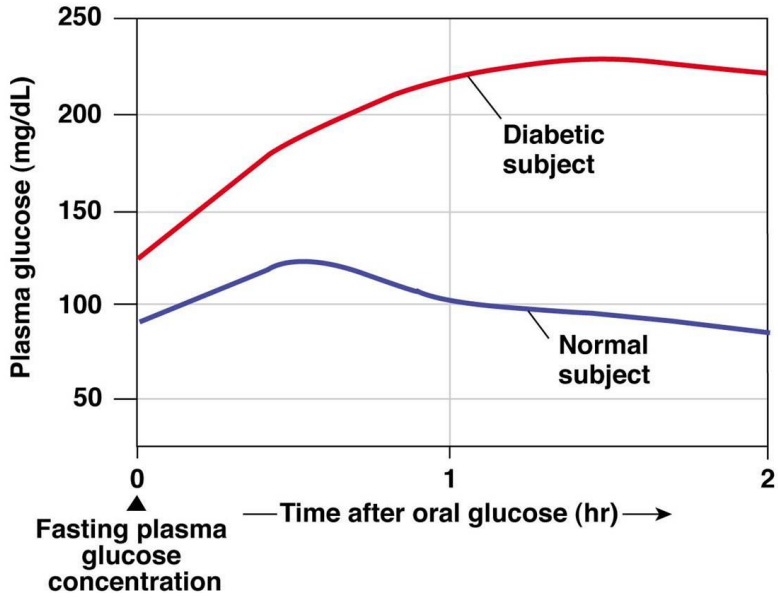
De reden hiervoor is dat cellen en weefsels ongevoelig zijn geworden voor de werking van insuline. In tegenstelling tot T1DM, waarbij er sprake is van een insulinetekort, is de insulinewaarde in het bloed normaal of zelfs verhoogd bij T2DM. De insulineresistentie van cellen leidt tot overproductie van insuline door de bètacellen. Dit resulteert in verdere ontwikkeling van insulineresistentie en uiteindelijk insulinetekort wanneer de bètacellen niet meer in staat zijn om insuline af te geven door overproductie (Diabetesfond, 2015, Johnson *et al.*, 2010).

De concentraties van glucagon in het bloed zijn bij T2DM ook verhoogd, wat in eerste instantie tegengesteld lijkt aan de status van hyperglykemie. Glucagon wordt normaliter afgegeven door de alfacellen in de eilandjes van Langerhans van de pancreas wanneer de concentratie van plasmaglucose juist verlaagd is. Vervolgens worden de processen glycogenolyse en gluconeogenese gestimuleerd en wordt glucose vrijgemaakt uit opgeslagen glycogeen in het menselijk lichaam. Het is toch een logische fysiologische reactie dat de glucagonconcentratie verhoogd is bij T2DM, omdat glucose door de insulineresistentie sterk

verminderd wordt opgenomen door vetweefsel- en skeletspiercellen. Het is echter geen gewenste fysiologische reactie, omdat de glucagonafgifte resulteert in nog meer hyperglykemie. Hierdoor is de ontwikkeling van T2DM een vicieuze cirkel, waarbij cellen en weefsels steeds meer insulineresistent worden (Johnson *et al.*, 2010). Een T2DM-patiënt heeft daarom geen baat bij diëten en gewichtsschommelingen, omdat de onderliggende metabole processen als onomkeerbaar verstoord zijn.

De ontwikkeling van T2DM kan verschillende oorzaken hebben. Overgewicht is de belangrijkste oorzaak, sinds 80% van alle T2DM-patiënten obesitas heeft. Aan de grondslag van obesitas staat aan de ene kant een afgenomen energieverbruik door weinig lichaamsbeweging en een toegenomen zittende leefstijl en aan de andere kant een toegenomen energie-inname door een overmaat aan (ongezonde) voeding die voor handen is (Chedraui & Pérez-López, 2013, Diabetesfond, 2015, Johnson *et al.*, 2010, Probst-Hensch, 2010, Sinclair, 2005). Daarnaast zijn roken, leeftijd en erfelijkheid belangrijke factoren die het risico op T2DM-ontwikkeling vergroten (Diabetesfond, 2015, Johnson *et al.*, 2010, Sinclair, 2005).

Een genezende behandeling voor T2DM is tot dusver onbekend. T2DM-patiënten worden geholpen met dieet- en bewegingsadviezen en daarnaast kan medicatie voor verhoogde bloeddruk en verhoogde concentraties van plasmaglucose en cholesterol helpen. In sommige gevallen kunnen insuline-injecties bijdragen aan glucoseopname, maar dat werkt vaak niet voor de lange termijn vanwege de verminderde glucosetolerantie en de toename van insulineresistentie (Johnson *et al.*, 2010).




**Figuur 30.** De concentraties van plasmaglucose in mg/dL uitgezet tegen de tijd in uren na glucose-inname voor een gezonde individu (blauwe lijn) en een T2DM-patiënt (rode lijn) (Johnson *et al.*, 2010).

### *3.7.4 Metabole stoornissen en hart- en vaataandoeningen leiden tot metabool syndroom*

Wanneer een T2DM-patiënt ook atherosclerose en hypertensie ontwikkelt, wordt van een metabool syndroom gesproken (Johnson *et al.*, 2010). Dit laat de complexiteit en verbondenheid van de metabole processen in het menselijk lichaam zien. Een individu wordt gediagnostiseerd met metabool syndroom, wanneer minstens drie van de volgende vijf condities worden geconstateerd: 1) centrale viscerale obesitas, oftewel ernstig overgewicht rondom de buik, 2) hypertensie (≥130/85 mm Hg), 3) verhoogde concentratie van plasmaglucose (≥110 mg/dL) en 4) van de triglyceriden very-low-density-lipoproteïnen (VLDL) in nuchtere toestand en 5) verlaagde plasmaconcentratie van high-density-lipoproteïne-gebonden cholesterol (HDL-C) (Johnson *et al.*, 2010).

VLDL is het zogenaamde 'slechte' cholesterol. VLDL is de transporteur van cholesterol naar de weefsels toe. Wanneer deze verbinding verhoogd aanwezig is in het bloed, nemen de weefsels niet meer cholesterol op en kan het in de bloedbaan schadelijke gevolgen hebben. HDL-C is het zogenaamde 'goede' cholesterol. Dit vet-eiwit verwijdert cholesterol uit het bloed door het naar de lever te transporteren (Johnson *et al.*, 2010).

Naast de vijf metabole condities, kan de lichaamsvorm van een vrouwelijk individu het risico op de ontwikkeling van het metabool syndroom beïnvloeden. Vrouwen met een appelvormig lichaam, waarbij de omtrek het grootst is om de buik, zijn meer gevoelig om metabool syndroom te ontwikkelen vergeleken met vrouwen met een peervormig lichaam, waarbij de omtrek het grootst is om de heupen (Johnson *et al.*, 2010). Ondanks een gezonde BMI-waarde kunnen de locatie van vetopslag, lichaamsvorm en bepaalde bloedwaarden toch metabole stoornissen indiceren. Elk individu is in verschillende mate gevoelig voor het ontwikkelen van metabole stoornissen, T2DM en een metabool syndroom (hoofdstuk 3).

### *3.7.5 Onderbreken van zitten verhindert ontwikkeling metabole stoornissen*

Licht intensieve contractie van de skeletspieren gedurende de dag is noodzakelijk om ongezonde moleculaire signalering die metabole stoornissen veroorzaakt te verhinderen (hoofdstuk 4). Wanneer langdurig zitten veelvoudig onderbroken wordt, stimuleert de spiercontractie de functie van lipoproteïnelipase (LPL). LPL is een enzym dat de hydrolyse van triglyceriden katalyseert. Op deze manier verlaagt LPL de concentratie 'slechte' triglyceriden in het bloed. Een sedentaire leefstijl is negatief gecorreleerd met de LPL-functie. Afgenomen LPL-functie leidt tot metabole stoornissen en hart- en vaataandoeningen, zoals afgenomen plasmaconcentraties van het 'goede' HDL-C, hypertensie, dyslipidemie en atherosclerose (Hamilton *et al.*, 2007).

Actief gedrag gebaseerd op NEAT, zoals het veelvoudig onderbreken van zitten, heeft een veel groter effect op het stimuleren van de LPL-functie dan intensieve beweging van korte duur, zoals beoefening van sport (Hamilton *et al.*, 2007). Spontane, fysieke activiteit kenmerkend voor NEAT wordt daarnaast geassocieerd met een overmaat van het schildklierprohormoon thyroxine in het menselijk lichaam. Thyroxine heeft veel effect op metabole processen en speelt een rol bij de mobilisatie en afbraak van vetten.

## Bijlage 4: Poster 'Schijf van vijf voor een actief lijf'