



Nutritional Assessment Platform

Lengte meting

Standard Operating Procedures

Versie 1.0

5/8/2019

Auteurs: dr.ir. Hinke Kruizenga, dr. Jacqueline Langius, Anneke van den Berg, Anneke Droop, Heidi Zweers

Doel: Bepalen van de lichaamslengte

Doelgroep: Volwassenen en kinderen van alle leeftijden

Tijdsduur: 2 minuten

**Inhoudsopgave**

1. Doel.....	3
2. Begrippen en bepalingen.....	3
3. Achtergrondinformatie.....	3
4. Doelgroep.....	4
5. Veiligheid.....	4
6. Beschrijving van methoden om de lengte te bepalen	5
6.1. Staande lengtemeting.....	5
6.1.1 Lengtemeting volwassenen en kinderen vanaf 2 jaar	5
6.1.2 Lengtemeting kinderen jonger dan 2 jaar	6
6.2 Alternatieven voor de staande lengtemeting.....	6
6.2.1 Armspanwijdte	7
6.2.2 Demispan.....	8
6.2.3 Kniehoogte	9
6.2.4 Ulnalengte	10
6.2.5 Nagevraagde lengte of lengte uit paspoort	10
7. Interpretatie en verwerking resultaten	11
8. Methodologische kwaliteit Validiteit en betrouwbaarheid	11
9. Formules lichaamslengteschatting.....	13
Literatuurlijst.....	18



1. Doel

Bepalen van de lichaamslengte.

2. Begrippen en bepalingen

Deelnemer	persoon bij wie de meting wordt uitgevoerd
Testafnemer	persoon die de meting uitvoert
Antropometrie	Betekent letterlijk het meten van het menselijk lichaam. In de praktijk worden er lengte, gewicht, huidplooiingen en omtrekmaten mee bedoeld.
Lengtemaat	De lengtemaat is de verticale afstand tussen 2 punten. In Nederland binnen antropometrie in cm gemeten
Kyfose	Een kyfose is een versterkte kromming van de wervelkolom in het borstgedeelte. Een erge kyfose zorgt voor een 'bochel'. Het kan veroorzaakt worden door een aangeboren afwijking, een verkeerde houding, de ziekte van Bechterew, osteoporose, groeistoornissen, slijtage van de wervelkolom, zenuw- en spieraandoeningen of spierzwakte. Er is sprake van een (hyper)kyfose als de kromming meer dan vijftig graden is, vastgesteld met een röntgenfoto.
Scoliose	Bij scoliose is de wervelkolom zijdelings verkromd. Soms is een scoliose al bij de geboorte aanwezig, dan heet het congenitale scoliose. Veel vaker ontstaat de aandoening tijdens de groei, zo vlak voor de puberteit, rond de leeftijd van 10 jaar. Een enkele keer ontstaat een scoliose nog later, bijvoorbeeld door veroudering. Waardoor een scoliose ontstaat, is heel vaak onbekend.
Oorspronkelijke lengte	Lengte op jong-volwassen leeftijd.
Actuele lengte	Lengte op dit moment.

3. Achtergrondinformatie

De lichaamslengte is een veel gebruikte maat in de gezondheidszorg. Het wordt onder andere gebruikt bij het berekenen van de BMI, de energiebehoefte, de lichaamsoppervlakte en de vetvrije massa (VVM). Indien het meten van de staande lengte niet mogelijk is, zijn alternatieve lengtemetingen beschikbaar.

Bekende meetprotocollen zijn:

- de International Standards for Anthropometric Assessment van de International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) [1]
- de Amerikaanse National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) Anthropometry Procedures Manual van Centers for disease control and prevention (CDC). [2]

Omdat de referentiewaarden uitgevoerd zijn volgens de NHANES methode, wordt deze methodiek in deze SOP gevolgd.

Voor kinderen zijn de richtlijnen van de World Health Organization gevolgd. [3]



4. Doelgroep

Kinderen en volwassenen van alle leeftijden (met uitzondering van neonaten).

Indicatie

De lichaamslengte is een veel gebruikte maat in de gezondheidszorg. Het wordt onder andere gebruikt bij het berekenen van de BMI, de energiebehoefte, de lichaamsoppervlakte en de vetvrije massa (VVM). Indien het meten van de staande lengte niet mogelijk is, zijn alternatieve lengtemetingen geïndiceerd.

Contra indicatie

Bij scoliose, kyfose of parese kan een traditionele staande meting niet betrouwbaar worden uitgevoerd en is dus gecontra-indiceerd. De alternatieven zijn in deze SOP weergegeven.

5. Veiligheid

Er is geen risico voor deelnemer of testafnemer.

Infectiepreventie is van toepassing. In zorginstellingen volgt de testafnemer het kleding en hygiëne protocol van de organisatie.



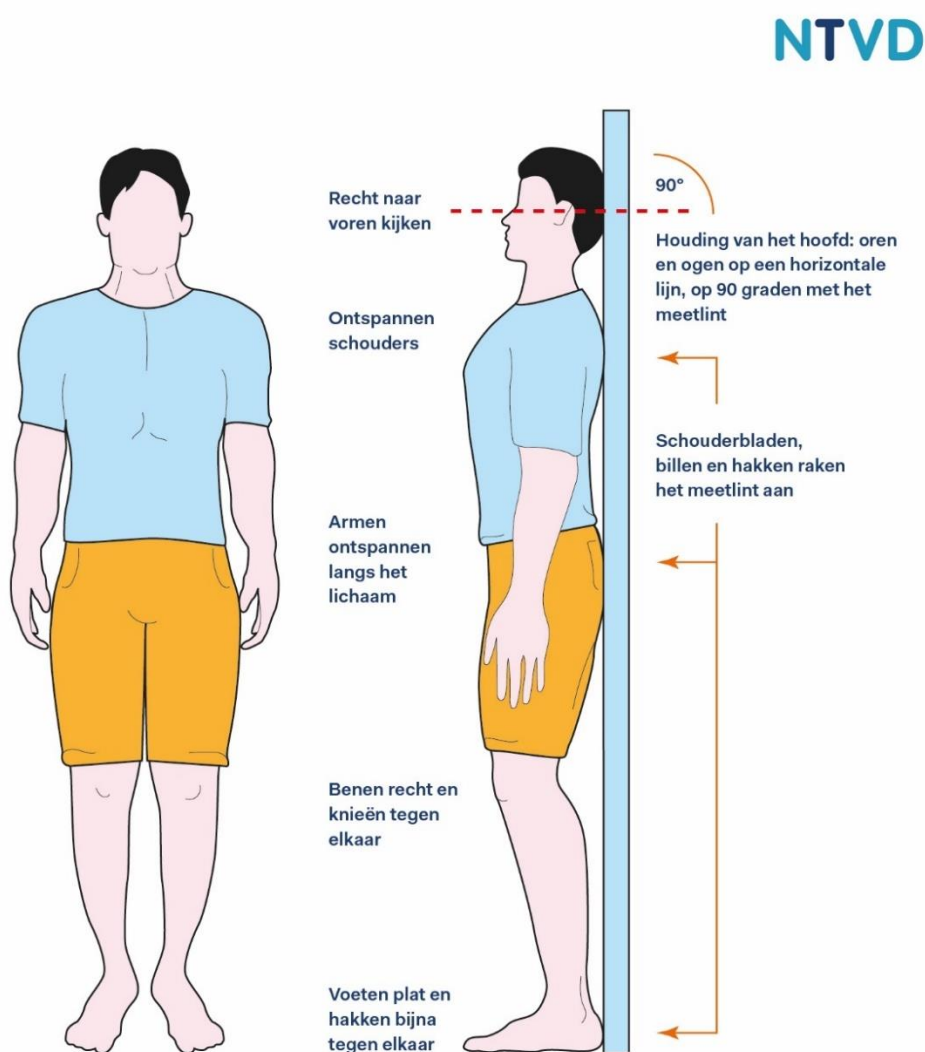
6. Beschrijving van methoden om de lengte te bepalen

6.1. Staande lengtemeting

Lichaamslengte wordt gemeten met een telescopische meetlat met muurbevestiging (bijvoorbeeld Prior of SECA).

6.1.1 Lengtemeting volwassenen en kinderen vanaf 2 jaar

- Zonder schoenen
- Rechtop staand
- Hakken tegen de muur
- Voeten in een kleine V
- Kijkt recht vooruit met het hoofd in de zogenoemde Frankfort plane. Dit wordt bereikt wanneer de Orbitale (onderrand oogkas) in een horizontale lijn staat met de Tragion (de inkeping boven de oorschelp)

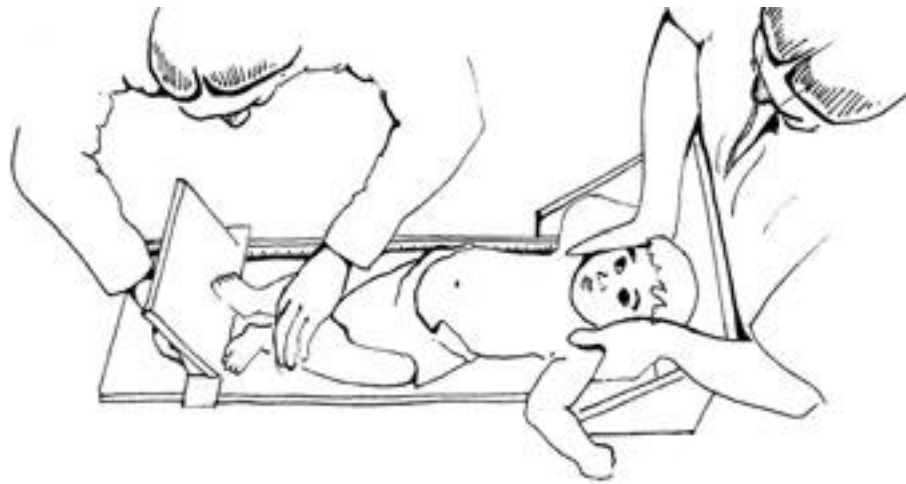


Figuur 1 – Staande lengtemeting



6.1.2 Lengtemeting kinderen jonger dan 2 jaar

De lengte van kinderen onder de leeftijd van 2 jaar wordt gemeten in een rugligging in een lengtebak (soms een infantometer genoemd), bestaande uit een grondplank met maatverdeling, een vast daarop gemonteerde hoofdplank en een beweegbare voetenplank. De schaalverdeling moet tot op een millimeter nauwkeurig afgelezen kunnen worden.



Figuur 2 – lengtemeting bij kinderen ≤ 2 jaar.

Voor het **meten van kinderen** jonger dan 2 jaar zijn 2 testafnemers nodig, de tweede testafnemer mag ook een ouder of verzorger zijn:

- Het kind wordt neergelegd in een meetbak
- Een testafnemer houdt het hoofdje vast zodat het kind vooruitkijkt
- Tweede testafnemer of ouder houdt met een hand de beentjes vast en strekt de beentjes met lichte druk op de knieën.
- Het voetblok tegen de voetjes schuiven, zodat de voetzolen vlak tegen het bord komen met de tenen naar boven gericht.
- Lengte wordt op 1 decimaal nauwkeurig in centimeters gemeten. [3]

Bij kinderen wordt de lengte tot op de dichtstbijzijnde mm geregistreerd en idealiter drie keer herhaald om nauwkeurigheid te garanderen.

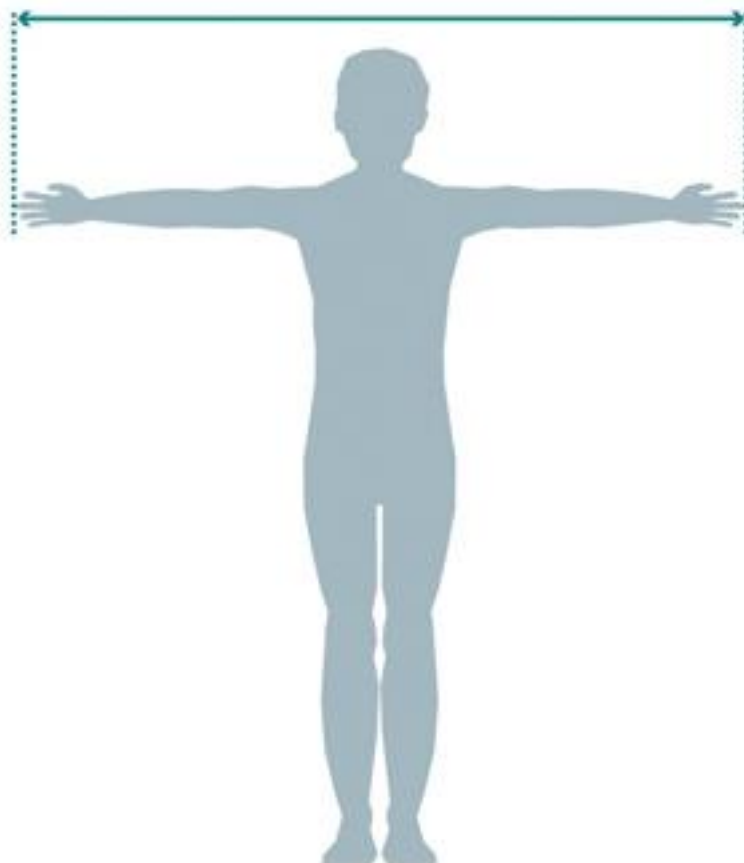
6.2 Alternatieven voor de staande lengtemeting

Omdat de stahoogtemeting soms niet uitvoerbaar is door onvermogen rechtop te kunnen staan of onbetrouwbaar is in geval van kyfose of scoliose zijn alternatieven beschikbaar: armspanwijdte, demispan, kniehoogte, ulnalengte, en nagevraagde lengte.



6.2.1 Armspanwijdte

De armspanwijdte is de afstand tussen de toppen van de langste vinger van iedere hand met beide armen volledig horizontaal gestrekt.



Figuur 3 - Armspanwijdte

Werkwijze arm spanwijdte

De arm spanwijdte kan met een meetlint staand, zittend of liggend gemeten worden. Hierbij worden armen horizontaal gestrekt en wordt de afstand tussen de toppen van de middelvingers (langste vingers) gemeten. Spanwijdte wordt op 1 decimaal nauwkeurig in centimeters gemeten.

Interpretatie arm spanwijdte en betrouwbaarheid

Deze methode blijkt vaak niet valide uit te voeren bij ouderen. Het lukt deze groep vaak niet om de armen en/of de vingers maximaal te spreiden zonder ondersteuning. Bij de interpretatie dient rekening gehouden te worden met etniciteit. Bij volwassenen van het Kaukasische ras komt de spanwijdte overeen met de oorspronkelijke lengte. Negroïde mensen hebben naar verhouding een

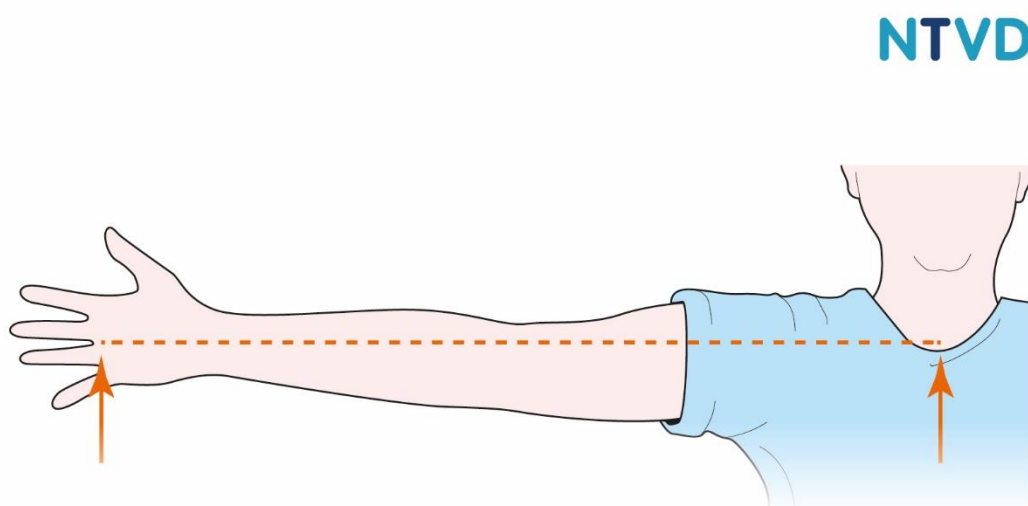


kortere romp, zodat bij hen een andere verhouding tussen spanwijdte en totale lichaamslengte bestaat. Aziaten hebben juist een wat langere romp. Aggarwal e.a. vonden bij een Noord Indiase populatie een verhouding spanwijdte : lichaamslengte van 1,024. [4]

Vergelijkbaar kan ook de half armspan bepaald worden, door de lengte te meten tussen het midden van het keelkuiltje tot de top van de middelvinger van, bij voorkeur, de rechterarm. Voor het berekenen van de armspan en/of lengte van volwassenen van het Kaukasische ras wordt de half armspan vermenigvuldigd maal twee.

6.2.2 Demispan

Voor de demi-armspanwijdte meting strekt de deelnemer één arm horizontaal. De lengte tussen het midden van het keelkuiltje tot het punt tussen de middel en ringvinger (niet te vingers meenemen in de meting). De demispan kan zowel zittend, staand als liggend bepaald worden.



Figuur 4 - Demispan

Het wordt bij voorkeur gemeten aan de rechterarm. Het is hierbij belangrijk dat de arm van de deelnemer horizontaal en in lijn met de schouders is als er gemeten wordt. De wijdte wordt op één decimaal nauwkeurig in centimeters weergegeven.

Deze meting komt niet voor in de NHANES of ISAK procedure en is beschreven door Bassey (1986) [5].

Interpretatie demispan en betrouwbaarheid:

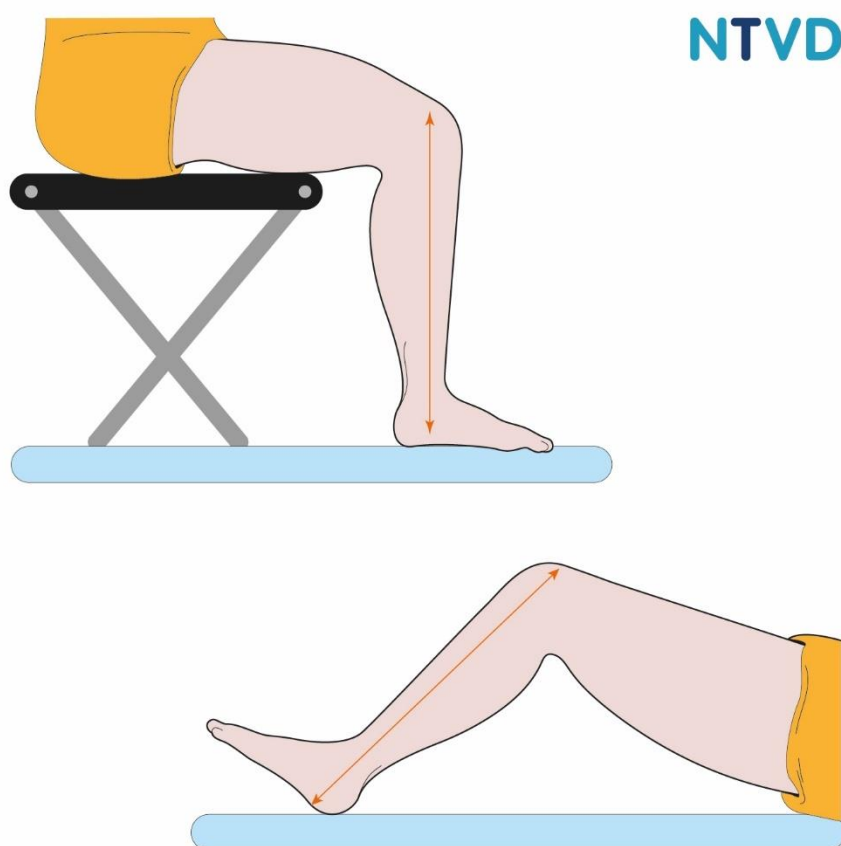
De beschikbare formules zijn weergegeven in tabel 1. De formule van Hirani is in de grootste groep ontwikkeld en wordt geadviseerd te gebruiken bij ouderen.

De demispan kan slecht uitvoerbaar zijn bij ouderen, omdat zij niet altijd de arm maximaal kunnen strekken.



6.2.3 Kniehoogte

Bij de kniehoogtemeting wordt het onderbeen zo geplaatst dat de knie een hoek van 90 graden maakt. Dit kan in zittende en liggende positie. De lengte van de onderbeen wordt van de bovenkant van de knieschijf tot de onderkant van de voet aan de laterale zijde (buitenkant) van het been gemeten. Meet bij voorkeur rechts. Bij een zittende meting zit de deelnemer met de knie en de enkel in een hoek van 90 graden. Voor een liggende meting wordt het onderbeen van de deelnemer zo geplaatst dat de knie en de voet in een hoek van 90 graden geïmponeerd zijn. Kniehoogte wordt op één decimaal nauwkeurig in centimeters gemeten.



Figuur 5 - Kniehoogtemeting

Uitwerking resultaat: Lengte inschatten met kniehoogte

Tabel 1 geeft de formules weer voor het omrekenen van de kniehoogte naar totale lichaamslengte. De formule van Chumlea voor ouderen (1998) wordt het meest gebruikt (tabel 1) en heeft de voorkeur. Deze is ontwikkeld op basis van gegevens van NHANES III (1988-1994) van personen van > 60 jaar, opgesplitst naar Kaukasisch, Negroïde en Mexicaans.

Voor kinderen kunnen de formules van Gauld en Chumlea voor kinderen (1994) worden toegepast (tabel 2).

De berekening kan eenvoudig worden uitgevoerd op <http://zakboekdietetiek.nl/kniehoogte/>



6.2.4 Ulnalengte

Bij deze meting wordt de lengte van de ulna (ellepijp) gemeten. Dit is de lengte van de elleboog (olecranon) tot het rechterbot van de pols. De ulnalengte is een relatief eenvoudige methode voor mensen die bedlegerig zijn.

De lengte van de ellepijp wordt met een meetlint gemeten van het knobbeltje aan het eind van de hand (ulna styloid) tot de elleboog (olecranon). Meet bij voorkeur rechts. Ulnalengte wordt op één decimaal nauwkeurig in centimeters gemeten.



Figuur 6 - Ulnalengte

Uitwerking resultaat: Lengte inschatten met Ulna lengte

Tabel 1 geeft de formules weer voor het omrekenen van de ulna lengte naar totale lichaamslengte. De formule van Barbosa is geschikt voor Kaukasische personen en de formule van Bonelli voor Aziatische personen.

De formule van Gauld is geschikt voor Kaukasische kinderen en de formule van Cheng voor Aziatische kinderen (tabel 2).

De berekening kan eenvoudig worden uitgevoerd op <http://zakboekdietetiek.nl/ulnalengte/>

6.2.5 Nagevraagde lengte of lengte uit paspoort

Naast deze schattingen is navragen van de lengte ook een optie. Volwassenen, met name ouderen, hebben geen goed beeld van hun actuele lengte. Ouderen hebben de neiging de lengte te overschatten of juist naar beneden te corrigeren vanwege de verwachte lichaamskrimping. [6] Het risico op foutieve inschattingen van lichaamslengte wordt groter naarmate cliënten ouder worden, dit wordt al waargenomen na een leeftijd van 45 jaar. [7]

In de praktijk wordt de lengte uit het identiteitsbewijs zoals paspoort of rijbewijs veel gebruikt. Deze lengte is vaak jaren geleden bij een eerste aanvraag in het gemeentehuis of indiensttreding van het leger opgemeten. Het betreft dus meestal de oorspronkelijke lichaamslengte die de actuele lengte veelal zal overschatten.



7. Interpretatie en verwerking resultaten

Volwassenen:

Lengte wordt gebruikt voor het berekenen van samengestelde parameters zoals BMI. Lengte wordt ook gebruikt om andere antropometrische maten te indexeren.

Kinderen:

Lengte gegevens worden uitgezet in de groeidiagram lengte naar leeftijd en aangegeven in SD-waarden.

8. Methodologische kwaliteit Validiteit en betrouwbaarheid

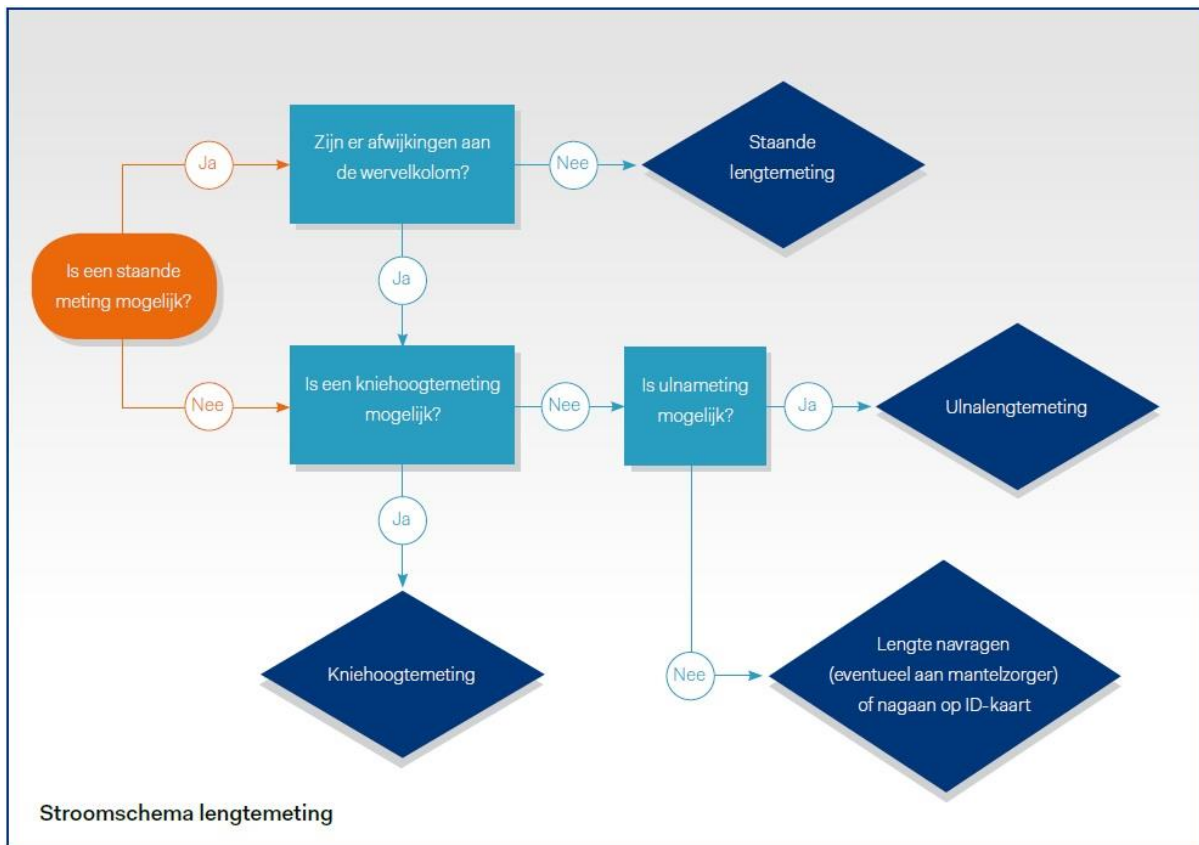
Actuele lengte of de oorspronkelijke lengte?

Een terugkerende vraag is of er in de berekening van bijvoorbeeld de BMI, energiebehoefte en VVM gebruik moet worden gemaakt van de actuele lengte of de oorspronkelijke lengte op jong-volwassen leeftijd. Het Nutritional Assessment Platform kwam tot de volgende consensus:

Maak gebruik van de actuele lengte. Deze lengte is gebruikt in de onderzoeken die de basis zijn voor de BMI afkappunten, de energieberekeningsformules en de formules om de VVM te berekenen. Ook de formules voor kniehoogtemeting en ulnalengte zijn gebaseerd op de actuele lengte. Bij kyfose of scoliose of ernstige verzakking van de wervels door veroudering kan er gebruik gemaakt worden van de kniehoogtemeting of ulnalengte voor het schatten van de lichaamslengte.

Advies

Het advies is om het stroomschema (figuur 7) te volgen. Als een staande meting mogelijk is en er geen afwijkingen zijn aan de wervelkolom is dit de beste keuze. Als een staande meting niet mogelijk is of als er afwijkingen zijn aan de wervelkolom is de kniehoogtemeting het eerste alternatief en de ulnalengte de tweede. Als dat niet mogelijk is blijft het navragen van de lengte, of in het uiterste geval, het overnemen van de lengte uit het identiteitsbewijs het enige alternatief.



Figuur 7 – Alternatieven voor de staande lengtemeting

9. Formules lichaamslengteschatting

Tabel 1 – Formules voor volwassenen

Leesinstructie tabel 1 en 2:

Bij de beschrijving van de meetmethoden worden formules geadviseerd. Voor afwijkende groepen kan in onderstaande tabel een alternatieve formule gezocht worden. Bij de keuze van de formule moet je op de volgende zaken letten:

- Komt de studiebevolking overeen met mijn te meten persoon (ras, geslacht, leeftijd)
- Is de studiebevolking groot genoeg? Hoe groter de studiebevolking hoe beter.
- Statistiek: hoe hoger de correlatie R of verklaarde variantie R², hoe beter de inschatting van de lengte met de formule is. Het betrouwbaarheidsinterval (BI) en de limits of agreement zo smal mogelijk zijn. Dit geldt ook voor de Standard Error (SE) of de RMSE.

Methode	Bron	Studiepopulatie en aantal (n)	Leeftijd (gem ± SD of range)	In/ exclusie criteria	Statistiek	Formules
Kniehoogte	Cereda (2010) [8]	Italië: N=635 (316 mannen en 319 vrouwen)	30-55 jaar (42,4 ± 7,3)	Exclusiecriteria waren: amputatie van ledematen, abnormale spinale kromming en andere aangeboren of verworven afwijkingen waardoor cliënt niet meer recht op kon staan. Gouden standaard: Stahogte	M: R= 0,8 BI: -6,3,tot +6,8 cm RMSE 3,3 V: R= 0,84 BI: -5,9,tot +6,3 RMSE 3,1 M+V: R ² : 0,89 RMSE= 3,2 BI: -6,1 tot +6,5 cm	M+V: L (cm) = 60,76 + (2,16 x KH) – (0,06 x A) + (2,76 x G) <i>Geslacht: vrouwen (0) en mannen (1).</i>
	Karadag (2012) [9]	Turkije: N=551 (183 mannen en 368 vrouwen)	19-97 jaar (57,02 ± 12,55)	Exclusiecriteria: geamputeerde ledematen, kyfose, zwelling, dehydratie, diuretica en insuline gebruik, zwangere vrouwen.	R ² = 0,778	M: L (cm) = (2,24 x KH) + 52,46 V: L (cm) = (2,21 x KH) + 51,44



				Gouden standaard: stahoogte				
	Chumlea 1998 [10]	N=4750 1369 Kaukasische M 1472 Kaukasische V 474 Negroïde mannen 481 Negroïde vrouwen 497 Mexicaanse M 457 Mexicaanse V	60+ jaar	Staan geen exclusie criteria vermeldt. Gouden standaard: Sta- en zithoogte	R ² 0,69 0,64 0,70 0,63 0,66 0,65	RMSE 3,74 3,98 3,80 3,82 3,68 3,77	SE 3,74 3,98 3,82 3,83 3,69 3,78	L (cm)=78,31 + (1,94 x KH) – (0,14 x A) L (cm)=82,21 + (1,85 x KH) – (0,21 x A) L (cm)=79,69 + (1,85 x KH) – (0,14 x A) L (cm)=89,58 + (1,61 x KH) – (0,17 x A) L (cm)=82,77 + (1,83 x KH) – (0,16 x A) L (cm)=84,25 + (1,82 x KH) – (0,26 x A)
	Han & Lean (1996) [11]	Engeland: N=160 (78 mannen en 82 vrouwen)	17-82 jaar	Exclusiecriteria: Geamputeerde ledematen en abnormale rugwervel verkrumming. Gouden standaard: stahoogte	M: R ² = 0,79 W: R ² = 0,73			M: L (cm) = 51,1 + (2,31 x KH) V: L (cm) 70,2 + (1,84 x KH)
	Gavriilidou (2014) [12]	Zweden: N=5710 (2558 mannen, 3152 vrouwen)	71 ± 10,4 jaar	Inclusie: leeftijd > 60 Gouden standaard: stahoogte	M: R ² = 0,42 V: R ² = 0,47			M: L (cm) = 115,23 + (1,16 x KH) V: L (cm) = 104,52 + (1,23 x KH)
Armspan	Brown (2000) [13]	USA: N=83 (26 mannen en 57 vrouwen) (95% Kaukasisch)	20-61 jaar	inclusie: leeftijd tussen 18-65, deelnemer moest rechttop kunnen staan en in staat zijn Engels te lezen. Gouden standaard: stahoogte	R=0,93			M+V: L (cm) = 20,54 + (0,87 x TAS) M+V: L (cm) = 40,91 + (0,75 x TAS) – (0,05 x A) + (4,04 x G) <i>Geslacht: Man (1), Vrouw (0)</i>



	Mohanty (2001) [14]	India: N=505 vrouwen	20-29 jaar	Inclusie: leeftijd en geslacht Gouden standaard: staande lengte	R=0,82 BI: 0,79 tot 0,85		V: $L \text{ (cm)} = 49,57 + (0,674 \times \text{TAS})$
	Capderou (2011) [15]	Frankrijk: n = 2372 (1281 mannen en 1091 vrouwen)	20-90 jaar	Inclusie: Kaukasisch ras met <i>geen</i> rugwervel verkromming, patiënten die niet rechtop konden staan of de armen gestrekt houden werden niet geïnccludeerd Gouden standaard: stahoogte	SEE 3,6 3,4	R ² 0,72 0,76	M: $L \text{ (cm)} = 54,1 + (0,70 \times \text{TAS}) - (0,08 \times \text{AGE})$ V: $L \text{ (cm)} = 43,1 + (0,75 \times \text{TAS}) - (0,08 \times \text{AGE})$
	De Lucia (2002) [16]	Ethiopië: n = 1706 (884 mannen en 822 vrouwen) Negroïde ras	18-50 jaar	Zwangere vrouwen, patiënten met chronische aandoeningen (zoals tuberculose, diabetes en hypertensie) en ontbrekende ledematen zijn uitgesloten. Inclusie: 18-50 jaar Gouden standaard: stahoogte	R=0,83		M: $L \text{ (cm)} = 56,8 + (0,67 \times \text{TAS})$ V: $L \text{ (cm)} = 52,1 + (0,68 \times \text{TAS})$
	Quanjer (2014) [17]	N= 13947 (8243 mannen, 5704 vrouwen) China: N: 2407	5-99 jaar	Gouden standaard: stahoogte	De benaderde lengte met deze ASHR formule kan tot 10% afwijken van stahoogte		Zeer complexe formule. Zie het artikel.



		Oost India: N: 439 Frankrijk: N: 2369 Gana: N: 761 Iran: N: 2495 Montenegro : N: 285 Noord India: N: 631 Servie: N: 393 Turkije: N: 4155					
Demispan	Weinbrenner (2006) [18]	Spanje: n = 592 (271 mannen, 321 vrouwen)	73,3±5,9 (mannen), 74,2±6,6 (vrouwen)	Inclusie: leeftijd 65+ Gouden standaard: stahoogte	r = 0,709 (mannen) r = 0,640 (vrouwen)	M: L (cm) = 77,821 + (-0,215 x AGE) + (1,132 x DS) V: L (cm) = 88,854 + (-0,692 x AGE) + (0,899 x DS) <i>Leeftijd: 1 (65-69), 2 (70-74), 3 (75-79) en 4 (80+)</i>	
	Hirani & Aresu (2012) [19]	Engeland: n = 4586 Man 1994 N 1049 Man 2000 N 524 Man 2007 N 452 Vrouw 1994 N 1433 Vrouw 2000 N 612 Vrouw 2007 N 516 98% Kaukasisch	65+ (mannen: 73,1±6,1 en vrouwen: 73,6±6,3)	Gouden standaard: stahoogte	SE 0,14 0,19 0,24 0,12 0,15 0,20	Limits of agreement -9,2 – 9,5 -9,3 – 8,2 -9,0 – 9,0 -7,9 – 9,6 -7,9 – 7,5 -8,0 – 8,4	M: L (cm) = 73,0 + (1,30 x DS) – (0,10 x AGE) V: L (cm) = 85,7 + (1,12 x DS) – (0,15 x AGE)
	Basse (1986) [5]	Engeland: n = 125 (63 mannen, 62 vrouwen) Kaukasisch	20-45 jaar	Gouden standaard: stahoogte	R=0,74 Ook getoetst in de populatie van Hirani [19]	M: L (cm) = 57,8 + (1,40 x DS) V: L (cm) = 60,1 + (1,35 x DS)	
Ulna Lengte Ulna Lengte	Barbosa 2012 [20]	N=507 (264 mannen, 243 vrouwen) 432 Engeland / 75 Portugal Kaukasisch	<65 years: 117 mannen, 107 vrouwen;	Gouden standaard: stahoogte	R=0,75 SEE=4,8 cm R=0,69 SEE=4,6 cm R=0,70 SEE= 4,6 cm R=0,77 SEE= 4,3 cm Totaal:	M < 65 years= 84,5+ 3,2 M > 65 years= 84,7+ 3,2 W <65 years= 92,0+ 2,9 W >65 years= 78,5+ 3,3	



			≥65 years 112 mannen, 98 vrouwen		R= 0,96 SEE: 4,6 cm	
	Bonell 2017 [21]	N= 994 (498 mannen, 496 vrouwen) Aziatisch	Gemiddeld: 36,2 jaar	Gouden standaard: stahoogte	R: 0,66 RMSE: ±3,82 tot ±4,40 cm	M = 85,61 + (3,16 x ulna lengte) V = 85,80 + (2,97 x ulna lengte)

Tabel 2 – formules voor kinderen

Bron	populatie	methodiek	R ²	RMSE	95% range (cm)	Formule
Gauld (2004) [22]	Australië, N=2343 (1144 jongens en 1199 meisjes), gezonde kinderen en adolescenten 5 tot 19 jaar	Armspanwijdte	0,97 0,91	3,21 4,48	6,30 8,79	Jongens: = 0.829 x armspan+0.721 x leeftijd +16.258 Meisjes: = 0.619 x armspan + 1.593 x leeftijd + 36.976
		Ulnalengte	0,96 0,94	3,90 3,79	7,64 7,42	Jongens: = 4.605 x ulnalengte + 1.308 x leeftijd + 28.003 Meisjes: = 4.459 x ulnalengte + 1.315 x leeftijd + 31.485
		Kniehoogte	0,98 0,97	3,06 2,72	6,00 5,33	Jongens: = 2,423 x kniehoogte + 1,327 x leeftijd + 21,818 Meisjes: = 2,437 x kniehoogte + 1,187 x leeftijd + 21,151
Chumlea (1994) [23]	USA, N=13821 gezonde kinderen en adolescenten NHANES 6-18 jaar	Kniehoogte		4,16 4,44 3,84 4,25	SEE (cm) 4,21 4,58 3,90 4,29	Kaukasische jongens = 40,54 + (2,22 x kniehoogte) Negroïde jongens = 39,60 + (2,18 x kniehoogte) Kaukasische meisjes = 43,21 + (2,15 x kniehoogte) Negroïde meisjes = 46,59 + (2,02 x kniehoogte)
Cheng (1998) [24]	China, N=3647, Chinese gezonde kinderen en	Ulnalengte	R:0,96 - 0,99			Jongens en meisjes = 30,35 + (1,29 x leeftijd) + (0,77 x geslacht) + (4,32 x ulnalengte) (0=meisjes, 1 = jongens)



	adolescenten 3-18 jaar					
Stevenson (1995) [25]	Noord Amerika, N=172 kinderen met cerebrale parese 2-12 jaar	Kniehoogte	SEE: $\pm 1,1$ cm			Jongens en meisjes: $= (2.69 \times \text{kniehoogte}) + 24.2$

Afkortingen:

- L = lengte
- KH = kniehoogte
- BI= betrouwbaarheidsinterval
- DS = demispan
- HAS = halve armspanwijdte
- TAS = totale armspanwijdte
- G = geslacht
- A = leeftijd
- R = correlatie
- R² = verklaarde variantie
- RMSE = Root Mean Squared Error
- SE = Standaardfout
- SH= stahoogte

Literatuurlijst

1. International Society for the Advancement of Kinanthropometry ISAK website. <https://www.isak.global/>
2. NHANES (2007) Anthropometry Procedures Manual. Natl Heal Nutr Examintory Surv 102 . doi: 10.4067/S0034-98872016000400017
3. World Health Organisation (2014) Child Growth Standards: Training Course and Other Tools. <http://www.who.int/childgrowth/training/en/>. Accessed 24 Nov 2015
4. Aggarwal AN, Gupta D, Jindal SK (1999) Interpreting spirometric data: impact of substitution of arm span for standing height in adults from North India. Chest 115:557-562
5. Bassej EJ (1986) Demi-span as a measure of skeletal size. Ann Hum Biol 13:499-502 . doi: 10.1080/03014468600008661



6. Kuczmarski MF, Kuczmarski RJ, Najjar M (2001) Effects of age on validity of self-reported height, weight, and body mass index: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *J Am Diet Assoc* 101:26–28 . doi: 10.1016/S0002-8223(01)00008-6
7. Roberts RJ (1995) Can self-reported data accurately describe the prevalence of overweight? *Public Health* 109:275–284
8. Cereda E, Bertoli S, Battezzati A (2010) Height prediction formula for middle-aged (30 – 55 y) Caucasians. *Nutrition* 26:1075–1081 . doi: 10.1016/j.nut.2009.08.024
9. Karadag B, Ozturk AO, Sener N, Altuntas Y (2012) Use of knee height for the estimation of stature in elderly Turkish people and their relationship with cardiometabolic risk factors. *Arch Gerontol Geriatr* 54:82–89 . doi: 10.1016/j.archger.2010.12.001
10. Chumlea WMC, Guo SS, Wholohan K, Cockram D, Kuczmarski RJ JC (1998) Stature prediction equations for elderly non-hispanic white, non-hispanic black, and mexican-american persons developed from NHANES III data. *J Am Diet Assoc* 98:137–142
11. Han TS, Lean ME (1996) Lower leg length as an index of stature in adults. *Int J Obes Relat Metab Disord* 20:21–7
12. Gavriilidou, NN, Pihlsgård, M, Elmståhl S (2014) High degree of BMI misclassification of malnutrition among Swedish elderly population : Age-adjusted height estimation using knee height and demispan. *Eur J Clin Nutr* 1–7 . doi: 10.1038/ejcn.2014.183
13. Brown JK, Whittemore KT, Knapp TR (2000) Is arm span an accurate measure of height in young and middle-age adults? *Clin Nurs Res* 9:84–94 . doi: 10.1177/10547730022158456
14. Mohanty SP, Babu SS, Nair NS (2001) The use of arm span as a predictor of height: A study of South Indian women. *J Orthop Surg (Hong Kong)* 9:19–23
15. Capderou A, Berkani M, Becquemin M-H, Zelter M (2011) Reconsidering the arm span-height relationship in patients referred for spirometry. *Eur Respir J* 37:157–163 . doi: 10.1183/09031936.00199209
16. de Lucia E, Lemma F, Tesfaye F, Demisse T, Ismail S (2002) The use of armspan measurement to assess the nutritional status of adults in four Ethiopian ethnic groups. *Eur J Clin Nutr* 56:91–95 . doi: 10.1038/sj.ejcn.1601289
17. Qunjer PH, Mazicioglu MM (2014) All-age relationship between arm span and height in different ethnic groups. *Eur J Clin Nutr* 905–912 . doi: 10.1183/09031936.00054014
18. Weinbrenner T, Vioque J, Barber X, Asensio L (2006) Estimation of height and body mass index from demi-span in elderly individuals. *Gerontology* 52:275–281 . doi: 10.1159/000094608
19. Hirani V, Tabassum F, Aresu M, Mindell J (2010) Development of new demi-span equations from a nationally representative sample of adults to estimate maximal adult height. *J Nutr* 140:1475–1480 . doi: 10.3945/jn.109.118430
20. Barbosa VM, Stratton RJ, Lafuente E, Elia M (2012) Ulna length to predict height in English and Portuguese patient populations. *Eur J Clin Nutr* 66:209–215 . doi: 10.1038/ejcn.2011.177
21. Bonell A, Huyen NN, Phu VD, Wertheim H, Nadjm B (2017) Determining the predictive equation for height from ulnar length in the Vietnamese population. *Asia Pac J Clin Nutr* 26:982–986 . doi: 10.6133/apjcn.012017.01



22. Gauld LM, Fracp M, Carlin JB (2004) Height prediction from ulna length. *Dev Med Child Neurol* 475–480
23. Chumlea, W, Guo SS SM (1994) Prediction of stature from knee height for black and white adults and children with application to mobility-impaired or handicapped persons. *J Am Diet Assoc* 94:1385–1388
24. Cheng JC, Leung SS, Chiu BS, Tse PW, Lee CW, Chan AK, Xia G, Leung AK, Xu YY (1998) Can we predict body height from segmental bone length measurements? A study of 3,647 children. *J Pediatr Orthop* 18:387–393
25. Stevenson RD (1995) Use of segmental measures to estimate stature in children with cerebral palsy. *Arch Pediatr Adolesc Med* 149:658–662