

SEK standpunt: de rol van AI bij het bepalen van de botleeftijd

Datum: September 2025

Inleiding

In toenemende mate wordt kunstmatige intelligentie (AI) ingezet in het medische domein. Ook binnen de kinderendocrinologie krijgen wij hiermee te maken, zoals bij de interpretatie van de botleeftijd. Het bepalen van de botleeftijd speelt een belangrijke rol in de diagnostiek van endocriene aandoeningen zoals groeistoornissen, vervroegde puberteit en bijnierproblematiek. Van oudsher worden de atlassen van Greulich & Pyle (GP) en de methode van Tanner & Whitehouse (TW) gebruikt voor de inschatting van de botleeftijd (Greulich, 1959). Bij de foto van de patiënt moet de meest passende referentiefoto worden gezocht. Diverse studies laten zien dat er grote intra- en inter-observer variabiliteit kan bestaan, o.a. afhankelijk van de mate van ervaring van de beoordelaar (Berst 2001).

Het verschil tussen de kalenderleeftijd en de botleeftijd kan worden ingedeeld in 3 categorieën: vertraagde, conform of versnelde botrijping. Indien gewenst kan ook een voorspelling van de volwassen lengte worden gedaan. Deze predictie kan gedaan worden met behulp van de tabellen van Bayley & Pinneau (Bayley, 1952).

Bij bepaalde syndromen en skeletdysplasieën kunnen de botten in de hand/pols regio dysmorf zijn, wat richting kan geven aan de differentiaal diagnose, maar ook beoordeling van de botleeftijd kan bemoeilijken.

Het onjuist interpreteren van de botleeftijd kan leiden tot overbodige diagnostiek, onjuiste behandeling, irreële verwachtingen van eindlengte en onnodige kosten.

Er zijn meerdere AI programma's ontwikkeld voor de interpretatie van de botleeftijd en het doen van een eindlengtevoorspelling.

Inventarisatie

Er zijn volgens het Health AI Register 6 programma's beschikbaar voor skeletleeftijd bepaling, allen CE gecertificeerd (<https://healthairegister.com/radiology/products?search=bone+age>). Uit een informele inventarisatie blijkt dat in verscheidene academische (maar ook enkele algemene) centra het AI-programma BoneXpert (Visiana AsP) wordt gebruikt, terwijl in algemene ziekenhuizen meestal nog de traditionele atlas van GP wordt toegepast. Bij gebruik van deze atlas beoordelen veel kinderendocrinologen de foto's ook zelf, aanvullend op het oordeel van de radioloog. Andere AI-programma's die genoemd worden zijn Boneview (Gleamer) en Pysis (16 Bit). Hieronder volgt een overzicht van het op dit moment beschikbare wetenschappelijk bewijs betreffende de AI programma's.

Literatuur

BoneXpert™ (Visiana ApS)

Precisie:

Goede prestaties volgens o.a. Martin 2022.

Specifieke groepen:

-Kleine lengte - vooral groeihormoondeficiëntie en Turner syndroom, maar ook Noonan, Silver-Russell, SGA, SHOX- (Martin 2009)

-Pubertas praecox (Martin 2011)

-Adrenogenitaal syndroom (Martin 2013)

-Nierinsufficiëntie (Nüsken 2015)

Nederlandse kinderen:

Goede prestaties volgens van Rijn 2009. In vele etnische groepen getest. Zie onderstaande tabel.

J Clin Res Pediatr Endocrinol
2021;13(3):251-262

Prokop-Piotrkowska M et al.
Methods of Bone Age Assessment

Table 4. Studies assessing the validity of BoneXpert vs. the Greulich-Pyle method					
Study		Population			Validity claimed
Author	Year	Size	Origin	Health status	
Van Rijn et al (75)	2009	405	Netherlands	Healthy	Yes
Martin et al (76)	2008	1097	Germany	Short stature	Yes
Martin et al (77)	2011	116	Germany	Precocious or early puberty	Yes
Martin et al (78)	2013	100	Germany	Congenital adrenal hyperplasia	Yes
Booz et al (79)	2020	514	Germany	Various endocrinological disturbances	Yes
Thodberg and Sävendahl (22)	2010	1100	American (4 ethnic groups)	Healthy	Yes
Artioli et al (80)	2019	515	Brasil	Healthy, overweight and obese	Yes
Zhang et al (81)	2016	397	Shanghai	Healthy	Yes
Zhang et al (82)	2013	6026	China	Healthy	Yes
Martin et al (83)	2010	44	Japan	Healthy, deficiency of growth hormone	Yes
Anink et al (84)	2014	69	Netherlands	Juvenile idiopathic arthritis	Yes
Mergler et al (85)	2016	95	Netherlands	Severely disabled	Yes

Overig:

- Naast het bepalen van de skeletleeftijd kan ook de bone health index (BHI) worden bepaald. Dit is een maat voor de botkwaliteit.

Boneview™ (Gleamer)

Precisie:

Dit programma schat de G&P botleeftijd beter dan radiologen (Nguyen 2023).

Specifieke groepen:

Nee.

Nederlandse kinderen:

Alleen getest in Franse kinderen waar een X-hand is verricht met als doel bepalen botleeftijd, geen klinische informatie behoudens leeftijd en geslacht, leeftijd 5-17 jaar. N=208.

Physis™ (16 Bit)

Precisie:

Goede prestaties volgens Gerges 2020.

Specifieke groepen:

Nee.

Nederlandse kinderen:

Alleen getest in 426 Canadese kinderen 12.5-16 jaar.

Conclusie/ SEK standpunt

Er zijn op dit moment (d.d. 07-2025) meerdere AI programma's die kunnen ondersteunen in het bepalen van de botleeftijd. Voor de 3 hierboven genoemde methoden is er wetenschappelijk bewijs dat zij technisch voldoende presteren. Hiervan is echter alleen BoneXpert (Visiana AsP) gevalideerd in (grote) groepen kinderen met specifieke endocrinologische problematiek en in Nederlandse kinderen. Dat beschouwen we als 2 voordelen. Wellicht komen dergelijke validatiedata op termijn ook beschikbaar voor andere programma's.

Aandachtspunten bij het gebruik van AI programma's voor de bepaling van de botleeftijd:

- De radioloog blijft te allen tijden verantwoordelijk voor de correcte beoordeling en kwaliteit.
- We bevelen naast het gebruik van AI ook (op indicatie) het zelf beoordelen van de foto aan, om eventuele fouten in het radiologie verslag te bemerken, tekenen van skeletdysplasie op te sporen en/of bij een AI-uitslag die niet past bij het klinisch beeld.
- Wees je bewust van het opleidingsaspect. Recenter opgeleide kinderartsen en radiologen zullen wellicht minder getraind zijn in de handmatige beoordeling.
- Risico's van data delen met derden. Check vooraf wat er met de patiënten data gebeurt wanneer je een AI-programma in gebruik neemt. Het is met name van belang dat de data op Europese servers blijft staan.
- Maak afspraken met de afdeling radiologie ten aanzien van de kosten. AI gaat een grote kostenpost worden in de zorg.

Literatuur

Berst MJ, et al. Effect of knowledge of chronologic age on the variability of pediatric bone age determined using the Greulich and Pyle standards. *AJR Am J Roentgenol*. 2001;176(2):507–10.

Gerges M, Eng H, Chhina H, Cooper A. Modernization of bone age assessment: comparing the accuracy and reliability of an artificial intelligence algorithm and shorthand bone age to Greulich and Pyle. *Skeletal Radiol*. 2020 Sep;49(9):1449-1457. doi: 10.1007/s00256-020-03429-5. Epub 2020 Apr 23. PMID: 32328674.

Martin DD, Calder AD, Ranke MB, Binder G, Thodberg HH. Accuracy and self-validation of automated bone age determination. *Sci Rep*. 2022 Apr 16;12(1):6388. doi: 10.1038/s41598-022-10292-y. PMID: 35430607; PMCID: PMC9013398.

Martin DD, Deusch D, Schweizer R, Binder G, Thodberg HH, Ranke MB. Clinical application of automated Greulich-Pyle bone age determination in children with short stature. *Pediatr Radiol*. 2009 Jun;39(6):598-607. doi: 10.1007/s00247-008-1114-4. Epub 2009 Mar 31. PMID: 19333590.

Martin DD, Meister K, Schweizer R, Ranke MB, Thodberg HH, Binder G. Validation of automatic bone age rating in children with precocious and early puberty. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2011;24(11-12):1009-14. doi: 10.1515/jpem.2011.420. PMID: 22308856.

Martin DD, Heil K, Heckmann C, Zierl A, Schaefer J, Ranke MB, Binder G. Validation of automatic bone age determination in children with congenital adrenal hyperplasia. *Pediatr Radiol*. 2013 Dec;43(12):1615-21. doi: 10.1007/s00247-013-2744-8. Epub 2013 Oct 5. PMID: 24091922.

Nguyen T, Hermann AL, Ventre J, Ducarouge A, Pourchot A, Marty V, Regnard NE, Guermazi A. High performance for bone age estimation with an artificial intelligence solution. *Diagn Interv Imaging*. 2023 Jul-Aug;104(7-8):330-336. doi: 10.1016/j.diii.2023.04.003. Epub 2023 Apr 22. PMID: 37095034.

Nüsken E, Imschinetzki D, Nüsken KD, Körber F, Mentzel HJ, Peitz J, Bald M, Büscher R, John U, Klaus G, Konrad M, Pape L, Tönshoff B, Martin D, Weber L, Dötsch J. Automated Greulich-Pyle bone age determination in children with chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol*. 2015 Jul;30(7):1173-9. doi: 10.1007/s00467-015-3042-5. Epub 2015 Mar 19. PMID: 25787071.

Prokop-Piotrkowska M, Marszałek-Dziuba K, Moszczyńska E, Szalecki M, Jurkiewicz E. Traditional and New Methods of Bone Age Assessment-An Overview. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*. 2021 Aug 23;13(3):251-262. doi: 10.4274/jcrpe.galenos.2020.2020.0091. Epub 2020 Oct 26. PMID: 33099993; PMCID: PMC8388057.

van Rijn RR, Lequin MH, Thodberg HH. Automatic determination of Greulich and Pyle bone age in healthy Dutch children. *Pediatr Radiol*. 2009 Jun;39(6):591-7. doi: 10.1007/s00247-008-1090-8. Epub 2009 Jan 6. PMID: 19125243.