

Metoder för radiologisk åldersbedömning

En systematisk översikt

Rapport om metoder för åldersbedömningar förtydligas

Socialstyrelsen arbetar för närvarande med att förtydliga de statistiska beräkningarna i den systematiska översikten om radiologiska metoder för åldersbedömning. Rapporten kommer också att kompletteras med en utförligare metodbeskrivning.

[Mer om att den systematiska översikten om metoder för åldersbedömning förtydligas och kompletteras.](#)

Förord

Socialstyrelsen har gjort en systematisk översikt om medicinska åldersbedömningar. Inom ramen för projektet har Socialstyrelsen granskat omkring 1400 vetenskapliga artiklar som rör undersökning med röntgen respektive magnetkamera.

Syftet med projektet var att se i vilken utsträckning ny forskning kan bidra till att minska osäkerhetsmarginalerna vid medicinska åldersbedömningar. Det är angeläget att barn som söker asyl ska få en så korrekt åldersbedömning som möjligt, och att barns grundläggande rättigheter tillgodoses genom att metoder väljs utifrån bästa tillgängliga kunskap.

Socialstyrelsens kunskapsöversikt utgjorde ett underlag till ett dialogmöte i april om medicinsk åldersbedömning. Inom ramen för projektet har också Statens beredning för medicinsk och social utvärdering, SBU, gjort en genomgång av andra icke-radiologiska metoder, dessutom har en etisk analys utförts av externa forskare vid Uppsala och Linköpings universitet.

Projektet har bedrivits vid avdelningen för kunskapsstyrning för hälso- och sjukvård och letts av Carl-Erik Flodmark, medicinskt sakkunnig. Avdelningschef är Lars-Torsten Larsson och ansvarig enhetschef är Agneta Holmström. Övriga projektmedlemmar har varit: Andreas Cederlund, tandläkare och sakkunnig, Olle Ekberg professor och vetenskapligt råd i medicinsk radiologi, Marcus Gry statistiker, Edith Orem, informationsspecialist, samt experterna Sven Laurin och Sandra Diaz, Svensk Förening för Pediatrik Radiologi

Lars-Torsten Larsson
Avdelningschef
Avdelningen för kunskapsstyrning för hälso- och sjukvården

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning.....	7
Bakgrund	8
Metod	8
Magnetkamera	8
Tänder.....	9
Röntgen skelett.....	9
Samråd	9
Värdering av diagnostiska metoder.....	9
Resultat	10
Diskussion.....	11
Åldersbedömning med tänder	12
Åldersbedömning med automatiska metoder med röntgen av hand/handled	13
Allmän konklusion.....	14
Förslag till handlingsplan	15
Pilotstudie 18 år.....	15
Pilotstudie 15 år.....	16
Socialstyrelsens bedömning	16
Konklusion magnetkamera	16
Konklusion tandundersökning för 18 års gränsen.....	17
Konklusion automatiska bedömning av skelett med röntgen för 18 års gränsen	17
Förslag till pilotstudier	18
Pilotstudie 18 år.....	18
Pilotstudie 15 (21 år).....	18
Tidplan	18
Samråd	19
Referenser	20

Sammanfattning

Aktuell forskning visar att undersökning med magnetkamera kan minska risken för att barn bedöms som vuxna jämfört med traditionell röntgen, samt att åldersbedömningar med icke-radiologiska metoder saknar vetenskapligt stöd.

Vid Socialstyrelsens litteratursökning hittades totalt 1571 vetenskapliga artiklar, men efter en bortsortering av bland annat dubletter analyserades omkring 1400. I ett första delprojekt analyserades artiklar om åldersbedömning med magnetkamera. 547 artiklar identifierades och 38 lästes i fulltext. 25 artiklar värderades vetenskapligt utifrån kvalitet. Efter ytterligare kvalitetsgranskning har 19 artiklar tabellerats och värderats enligt GRADE. Metaanalys har utförts för att kunna jämföra olika metoder i de fall det var möjligt.

Även en sökning rörande åldersbedömning med hjälp av radiologisk undersökning av tänder har gjorts. Då har 407 vetenskapliga artiklar identifierats. Efter genomläsning av sammanfattningar (abstract) återstod 50 artiklar som har bedömts rörande kvalitetsbrister (bias) i fulltext. Slutligen har en litteratursökning gjorts om åldersbedömning med radiologiska metoder av skelett med joniserande strålning det vill säga vanlig röntgen. Analysen har i denna rapport avgränsats till att omfatta automatiska metoder på grund av det omfattande materialet och projektets tidsplan. Initialt identifierades 616 artiklar där 26 analyserats som fulltext där två utvalts.

Magnetkamera av knäled uppvisade en tydligt minskat risk att missta ett barn för att vara vuxen jämfört med röntgen av tänder och röntgen av hand/handled - 3/7% (pojkar/flickor) mot ca 12%. När det gäller risken att missta en vuxen för att vara ett barn är risken tydligt minskad från 55% vid röntgen av tänder till 29% för magnetkamera av knäled och 25% för röntgen av hand/handled.

Med tanke på populationsdosen strålning för stora grupper asylsökande bör 18 års gränsen avgöras med hjälp av magnetkamera som också ger en säkrare bedömning än såväl röntgen av tänder som röntgen av hand/handled. Till detta kommer en bristande samstämmighet mellan olika bedömare av röntgen tänder (60-85%). Samstämmigheten är godtagbar (85%) för undersökning med magnetkamera av knäled. Andelen barn och vuxna som blir rätt klassificerade ligger i regel under 90% för tänder men i en studie av fotled på över 90% för pojkar. En pilotstudie föreslås undersöka hur kombinationen av fyra tillväxtzoner i knäled och fotled undersökta med magnetkamera kan förbättra åldersbedömningen för 18 års gränsen.

Bakgrund

Allmänna råd ”Medicinsk åldersutredning av invandrabarn och adoptivbarn” (SOSFS 1993:11) upphävdes 2012-06-26. Nya rekommendationer ”Medicinsk åldersbedömning för barn i övre tonåren” togs fram av Socialstyrelsen Dnr 31156/2011 daterat 2012-06-26 för att ge Migrationsverket stöd i arbetet med att säkra vetenskapligheten i de metoder som bör användas vid åldersbedömning och som skulle bidra till att barns grundläggande rättigheter tillgodoses.

Svensk förening för pediatrik har tagit fram anvisningar daterade 2014-03-12 och Sveriges Tandläkarförbund 2014-01-20.

Svensk Barnläkarförening har också tagit fram ett underlag 2014-01-16.

Migrationsverket har upphandlat medicinsk åldersbedömning av landsting och regioner. Endast få avtal har slutits och enligt muntlig kontakt med verksamhetscheferna för barnmedicin i landet 2015-04-20 görs få bedömningar.

Enligt Migrationsverkets rättsliga ställningstagande angående åldersbedömning (RCI 13/2014) anges vidare att barnläkarens utlåtande från den medicinska åldersbedömningen måste värderas tillsammans med övrig bevisning och utredning samt att ”utlåtandet från den sakkunnige läkaren ska bedömas tillsammans med underlaget för den medicinska åldersbedömningen, d.v.s. tand- och hand/handledsrontgen samt den pediatrika bedömningen”.

Detta kom efter en dom i Migrationsöverdomstolen, MIG 2014:1 (Mål nr UM 2437-13).

Denna händelsekedja, tillsammans med det faktum att det tillkommit nya vetenskapliga studier på området, medförde att Socialstyrelsen gjorde bedömningen att en ny genomgång av den vetenskapliga litteraturen var nödvändig för att värdera de metoder som står till buds.

Metod

Magnetkamera

I projektet har totalt 1571 artiklar analyserats. Vetenskapliga artiklar om åldersbedömning med magnetkamera har analyserats i ett första delprojekt. 547 artiklar har identifierats och 38 har lästs i fulltext. 25 artiklar värderades vetenskapligt utifrån kvalitet. Efter ytterligare kvalitetsgranskning har 19 artiklar tabellerats och värderats enligt GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation, www.gradeworkinggroup.org). Meta-analys har i samtliga fall gjorts av Marcus Gry, Socialstyrelsen. De utvalda artiklarna för magnetkamera har också granskats av två representanter för Svensk Förening för Pediatrik Radiologi, Sven Laurin och Sandra Diaz. Deras yttranden framgår av bilaga 1 och 2. Utvalda artiklar finns i bilaga 3.

Tänder

En sökning rörande åldersbedömning med hjälp av radiologisk undersökning av tänder har gjorts. Då har 407 vetenskapliga artiklar identifierats. Efter genomläsning av sammanfattningar (abstract) återstod 50 artiklar som har bedömts rörande kvalitetsbrister (bias) i fulltext. Efter granskning av kvalitét tillsammans med Andreas Cederlund, Socialstyrelsen, återstår 23 artiklar (en artikel har tillkommit vilket gör att totalt 408 artiklar granskats) som genomgått meta-analys som använts för GRADE. Utvalda artiklar finns i bilaga 4.

Röntgen skelett

Slutligen har en litteratursökning gjorts om åldersbedömning med radiologiska metoder av skelett med joniserande strålning dvs vanlig röntgen. Denna sökning har i denna rapport avgränsats till att omfatta automatiska metoder pga det omfattande materialet och projektets tidsplan. Initialt identifierades 616 artiklar där 26 analyserats som fulltext och där två utvalts. Ytterligare ett inskickat manuskript har ställts till Socialstyrelsens förfogande och ingår i bedömningen (Thodberg 2016, bilaga 5). De automatiska metoderna bygger på och har validerats mot de dominerande metoderna inom skelettradiologin för bestämning av ålder med hand/handled nämligen Greulich och Pyles atlas samt Tanner-Whitehouse [2, 3]. Det har därför bedömts vara tillräckligt i detta projekt att först värdera de automatiska metoderna.

Samråd

De 19 artiklarna om magnetkamera, 23 om tänder samt 26 för automatiska metoder användes som underlag för att identifiera 37 forskargrupper inom fältet. Dessa fick del av utvald litteratur och specifika frågeställningar som saknades i deras vetenskapliga artiklar. En dansk forskargrupp har tillställt kompletterande material i form av ett nyligen inskickat manuskript med data kring röntgen av hand/handled för bedömning av 18 års gränsen (Thodberg 2016, bilaga 5.).

Värdering av diagnostiska metoder

Det finns ingen etablerad standard för värdering av diagnostiska metoder. Värdering enligt GRADE har begränsningar men har använts för att försöka värdera litteraturen i detta projekt. På förhand identifierades ytterligare faktorer förutom effektdata. I detta projekt är den effekt som värderats vid vilken ålder som en epifysfog slutes. Ytterligare faktorer har varit hur samstämmiga olika bedömare är (inter- och intraobeservatör samstämmighet dvs mellan bedömare och intra=inom dvs för samma bedömare) och hur stor andel av såväl barn som vuxna som blir rätt klassificerade dvs att ett barn identifieras som barn och vuxen identifieras som vuxen. Dessutom bedömdes risken att missta ett barn för att vara vuxen. Den risken bör vara så låg som möjligt men leder till att risken för att missta en vuxen för att vara barn blir något högre.

På förhand sattes en lägsta nivå på samstämmighet mellan bedömare till 80%, andelen som blir rätt klassificerade till minst 90% och risken att missta ett barn för att vara vuxen till högst 10%.

Resultat

Osäkerheten i metoder för åldersbedömning som bygger på joniserande strålning är för tänder $\pm 2-4$ år [4, 5] och för hand/handled $\pm 1,6$ år (bilaga 5, Thodberg 2016). Baserat på andra viktiga mått som samstämmigheten mellan olika bedömare och hur stor andel som klassats rätt dvs barn som barn och vuxna som vuxna växer en annan möjlig strategi fram. Eftersom det alltid finns en biologisk variation som verkar uppgå till minst ± 1 år (bilaga 5 Thodberg) så verkar det mera framgångsrikt att hitta epifysfogar som mognar färdigt dvs sluts långt ifrån 18 års gränsen. Både hand/handled och tänder mognar färdigt kring åldern 17-19 år och det är då svårt att hitta en skillnad mot 18 års gränsen (bilaga 6, 7). Däremot mognar knäled färdigt vid 24 års ålder och nyckelben vid 25 års ålder. Fotleden mognar färdigt vid 21 års ålder.



Figur 1. Tillväxtzon i nedre lårbenet ([1])

Av materialet i bilaga 6 framgår att risken att missta ett barn för att vara vuxen är 3% hos pojkar och 7% hos flickor om man undersöker knäleden [1, 6, 7]. Om fotleden undersöks (hälbenet + skenbenet) blir motsvarande siffror 9% resp 21% [8, 9]. Det vetenskapliga underlaget för att använda fotled är dock begränsat. I den ena studien är bedömningen automatisk med hög samstämmighet vid olika bedömningar och i den andra är samstämmigheten 84%. Över 90% av pojkarna bedöms rätt samt 98% av kvinnor som är över 18 år. 71-79% bedöms rätt av flickor som är under 18 år medan den automatiska metoden inte fungerar på pojkar under 18 år. Metoden måste dock bekräftas i ytterligare studier.

Samstämmigheten mellan olika bedömare är ca 85% för både handled och fotled. Om detta jämförs med undersökning av tänder i bilaga 7 är för det första samstämmigheten mellan olika bedömare lägre ca 60-85%. Risken att missta ett barn för att vara vuxen är 12% resp 11% (pojkar/flickor) vid tandbedömning. Detta enligt Kullmans metod (bilaga 7). Däremot är risken att missta en vuxen för att vara barn 55% med tandundersökning men 29% för magnetkamera av knäled.

Andelen som blir rätt klassificerade är uppmätt för fotled till 91/92% för pojkar under resp över 18 år och 79/98% för flickor under resp över 18 år. Metoden är i sin nuvarande form sämre för flickor under 18 år. Den automatiska metoden för fotled bedöms inte färdigutvecklad. Andelen rätt klassificerade är inte uppmätt för knäled men är beräknad utifrån uppmätta medelvärden. För knäled blir det 93/97% som är barn och blir bedömda som barn och ca 95% av vuxna som är vuxna blir bedömda som vuxna.

För bedömning med hjälp av röntgen dvs joniserande strålning finns ett begränsat underlag i form av automatiska metoder i manuskriptform (bilaga

5 Thodberg 2016). Där framgår att pojkar och flickor över 18 år bedöms rätt i 87,5% av fallen medan de som är under 18 år bedöms rätt i 75% av fallen.

Bedömning av ålder med nyckelben har en dålig samstämmighet mellan olika bedömare på under 75% [10-13]. Detta kan bero på rörelsepåverkan av andningen eller pulsslåg i aorta vid undersökningen. I en studie kunde 61 av 152 fall (eller 79 av 225 nyckelben) inte värderas dvs 35-40% och 18 av 152 fall hade rörelsepåverkan dvs 12% [13]. I de fall man kan bedöma dessa bilder lika och personen uppnått högsta mognadsstadium på nyckelbenet är dock risken låg att bedöma någon som under 18 år om de är vuxna. Risken ligger under 1%.

Vid bedömning av knäled med magnetkamera kommer 42% av 18 åringar ha en färdigvuxen knäled, 62% av 19 åringar och 71% av 20 åringar. Ju äldre en individ är desto fler kommer att ha en färdigvuxen knäled och kan då säkert bedömas som vuxen.

Diskussion

I denna granskning har litteraturen värderats utifrån hur samstämmiga olika bedömare är (inter och intra observatörssamstämmigheten) och andelen som fått sin ålder rätt bedömd vid 18 års gränsen och risken att bedöma att någon är vuxen fastän personen är under 18 år. Endast ett fåtal studier har alla måtten redovisade. En förutsättning för en korrekt åldersbedömning är att två observatörers granskningar är samstämmiga. En samstämmighet under 80% har inte bedömts vara acceptabel. Andelen som skall bedömas korrekt har satts till 90% och risken att någon är barn fastän metoden anger att personen är vuxen har satts till högst 10%.

Två nya huvudmetoder som använder magnetkamera har identifierats där resultaten är möjliga att utveckla med bekräftande studier här kallat pilotstudie. Den frågeställning som generellt inte kan besvaras utan bekräftande studier gäller effekten av etnicitet.

När det gäller etnicitet brukar man göra skillnad på kultur som kan innefatta olika etniska grupper och som kan gå över nationsgränser, nationalitet som kan innefatta olika etniska grupper och kulturer samt etnicitet som kan ha en genetisk komponent, en folkgrupp, men som också är något man själv kan definiera sig som tillhörande [14].

Det finns en studie av hand/handled med röntgen (joniserande strålning) som redovisar olika etniska grupper i samma land (USA) utifrån begreppen "Caucasian", "African American", "Hispanic" och "Asian" [15]. Det framgår att kurvorna är likartade där framförallt kaukasier utvecklas senare. Data finns fram till 15 års åldern och frågan om skillnader utjämnas efter puberteten föreslås bli föremål för en pilotstudie.

En metod för magnetkamera studerar bentillväxtzonen i lårbenets nedre del som är en del av knäleden. Metoden har utvärderats dels av en tysk forskargrupp och dels av en fransk som bekräftat fynden [7, 16]. De använder olika fältstyrkor vid magnetkameraundersökning (1,5 Tesla resp 3,0 Tesla). Risken att bedöma någon som vuxen fastän vederbörande är under 18 år är 3% för pojkar och 7% för flickor om man väger ihop studierna (bilaga 6).

Samstämmigheten mellan två bedömare är 85%.

Andra studier har visat en möjlighet att bedöma övre delen av skenbenet (proximala tibia) hos både pojkar och flickor [6, 17]. Av dessa två studier har bara en goda resultat om man använder sig av metoderna 3T och T1W [17]. Då blir samstämmigheten mellan två bedömare 85% och risken att bedöma en person som vuxen när de i själva verket är under 18 år 4% för pojkar och 9% för flickor. Dessa data måste bekräftas i ytterligare studier men visar på att undersökning av knäleden – antingen nedre lårbenet eller övre skenbenet kan användas för en första screening. En bekräftande undersökning kan sedan göras med andra metoder.

Den andra utvecklingsbara metoden innebär att man studerar handens ben med magnetkamera. Den är sannolikt främst av intresse för åldersbedömning av lägre åldrar än då handleden mognar t ex 15 års gränsen. Det finns en automatiserad analys från Tyskland som även bekräftats i en italiensk studie. Felmarginalen för åldersbedömningen i den tyska studien är $0,85 \pm 0,58$ år för pojkar [18]. Metoden är illustrerad i Fig 2 [19]. Liknande resultat finns i den italienska studien men där är metoden för bedömningen inte beskriven på ett tydligt sätt men omfattar både pojkar och flickor [20, 21].

Metoden går inte att värdera ytterligare utifrån de data som är publicerade. Samstämmigheten mellan olika bedömare är mycket hög och ligger på 96-98%. Skillnaden mellan kronologisk ålder och uppmätt ålder är -0,7 till -0,2 år. Metoden måste dock bekräftas i ytterligare studier.

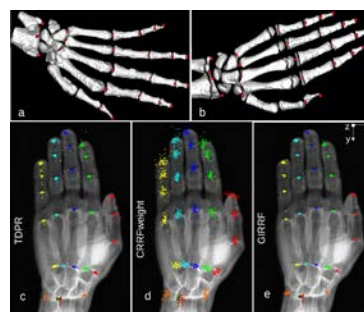
En närbesläktad metod har använts inom sportturneringar för att identifiera 17 års gränsen [22-25]. Den fungerar dock inte för att avgöra 18 års gränsen. Se bilaga 6.

Eftersom bedömningen av fotled blir säkrare när man lägger ihop tillväxtzonen i skenbenets nedre del med hälbenet kan det vara ett stöd för att säkerheten i bedömning ökar om man även lägger till bedömning av nedre lårbenet och övre skenbenet vid bedömning av knäleden.

Åldersbedömning med tänder

Rötterna till tredje kindtanden (3 molar) har traditionellt använts för åldersbedömning. Där finns en variation mellan olika bedömares samstämmighet på 60-85% [26-42]. Samstämmigheten ökar när man använder maturity index [43-45]. Det kan noteras att samtidigt har metoden att undersöka samstämmigheten mellan olika bedömare förändrats. Istället för att man jämför två bedömare som granskar alla bilder parallellt jämför man en bedömare som granskar alla bilder med en annan bedömare som bara granskar en liten andel kanske 10% av bilderna gemensamt. Denna metod riskerar att underskatta skillnaden mellan olika bedömare.

Underlaget som ligger till grund för maturity index är otillräckligt och fortsatt forskning i en pilotstudie som studerar 15 års gränsen rekommenderas. Det uppstår samma svårigheter att värdera 18 års gränsen för såväl hand/handled som för tänder eftersom bägge avslutar sin tillväxt i 17-19 års



Figur 2. Automatisk metod för magnetkamera av hand/handled.

åldern. Men det är möjligt att 15 års gränsen kan bättre bedömas. Detta måste dock undersökas i en jämförande pilotstudie för åldersgränsen 15 år där man studerar hand/handled undersökt med såväl röntgen som magnetkamera som röntgen av tänder (2-3 molaren). Man kan då också studera om maturity index är bättre än att enbart studera hur rötterna i 2-3 molaren stängs för fortsatt tillväxt.

När det gäller andelen barn som klassats som barn ligger risken att klassificera rätt ofta under 90% enligt den vanligaste metoden Demirjian [26, 29, 35, 39, 40]. Meta-analys visar att risken att klassa ett barn som vuxen är 5% medan risken att klassa en vuxen som barn är 52%. Motsvarande siffror för Kullman är 12% resp 55% [36, 46]. Jämfört med såväl magnetkamera av knäled som röntgen av hand/handled är säkerheten i data sämre vid tandbedömning för 18 års gränsen. Eftersom samstämmigheten också är sämre mellan olika bedömare är det Socialstyrelsens bedömning att bedömning av tänder inte bör göras för att avgöra 18 års gränsen. Socialstyrelsen har dock inte tagit ställning till att tandundersökning inte kan användas för att avgöra 15 års gränsen. För detta krävs ytterligare litteraturstudier samt en pilotstudie som omfattar både magnetkamera och röntgen av hand/handled samt röntgen av tänder.

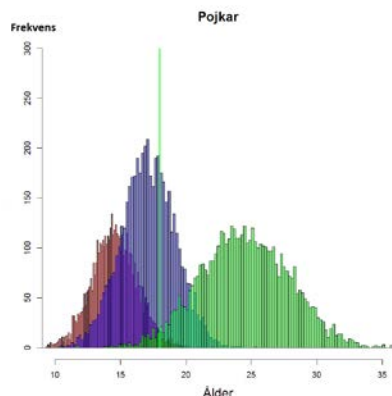
Åldersbedömning med automatiska metoder med röntgen av hand/handled

Röntgen (joniserande strålning) har länge använts för att bedöma ålder [2, 3]. Syftet har varit att se hur långt puberteten gått och vilken slutlängd ett barn kan förväntas få. Detta är viktigt t ex vid dosering av tillväxthormon. Metoden har således inte använts för att bedöma en individs ålder t ex 18 års gränsen som en del av en asylprocess. Det innebär att få studier adresserat frågeställningen mer än delvis [47, 48]. Genom en enkät till 37 forskargrupper har dock ett manuskript tillställts Socialstyrelsen som ytterligare belyser frågan (bilaga 8). Ett sådant manus behöver givetvis gå igenom en publikationsprocess för att ytterligare värderas samtidigt som underlaget för en rekommendation är begränsat. Data bedömes dock vara av stort intresse framöver när metoder för att undersöka hand/handled ytterligare värderas i en pilotstudie för 15 års gränsen. Där föreslås att magnetkamera jämförs med röntgen av hand/handled samt röntgen av tänder (andra och tredje molarens rötter och maturity index).

Data från manuskriptet visar risken att missta ett barn för att vara vuxen resp en vuxen för att vara ett barn (p/f=pojkar/flickor) för 18 års gränsen. Se Fig 3.

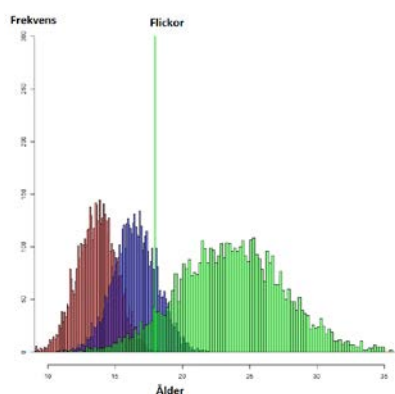
Metod	Barn	Vuxen	Metod
Röntgen tänder	12%	55%	(Kullman)
Röntgen handled	12,5%	25%	(Thodberg)
Magnetkamera handled	Ej redovisat	Ej redovisat	(Serinelli)
Magnetkamera knäled	3%/7% (p/f)	29%	(metaanalys)

Figur 3 Jämförelse av risken att missta ett barn för vuxen eller en vuxen för barn med olika metoder.



Pojkar			
Ålder	P(stage2)	P(stage3)	P(stage4)
16	20%	70%	0.5%
17	8%	53%	1.3%
18	2,30%	34%	2,70%
19	0.05%	18%	5.1%
20	~0%	8%	10%
21	~0%	3%	15%
22	~0%	~0%	23%

Figur 4. Meta-analys av fördelning av stadium 2, 3 och 4 för knäled hos pojkar.



Flickor			
Ålder	P(stage2)	P(stage3)	P(stage4)
16	6%	61%	2.5%
17	1%	37%	4,40%
18	0,10%	17%	7,40%
19	~0%	6%	12%
20	~0%	2%	18%
21	~0%	~0%	25%
22	~0%	~0%	34%

Figur 5. Meta-analys av fördelning av stadium 2, 3 och 4 för knäled hos flickor.

Se bilaga 9 för tydligare bilder.

Forest-plot för samtliga studier med magnetkamera respektive tänder finns i bilaga 10. Av dessa framgår att studier med tänder ligger kring 17-19 år medan nyckelben ligger på ett avstånd från 18 års gränsen. Nedre lårbenet ligger med sin nedre gräns vid 18 år för pojkar och något över för flickor. Distributionen mer i detalj framgår således av Fig 4 och 5.

Allmän konklusion

Magnetkamera av knäled uppvisar en tydligt minskat risk att missta ett barn för att vara vuxen jämfört med röntgen av tänder och röntgen av hand/handled 3/7% (pojkar/flickor) mot ca 12%. Den gruppen representeras av individerna till vänster om 18 års gränsen av den gröna kurvan (Fig 4, 5, Se även bilaga 9 för tydligare bilder). När det gäller risken att missta en vuxen för att vara ett barn är risken tydligt minskad från 55% vid röntgen av tänder till 29% för magnetkamera av knäled och 25% för röntgen av

hand/handled. Den gruppen representeras av individerna till höger om 18 års gränsen (grön linje) av den blåa kurvan (Fig 4, 5). Med tanke på populationsdosen strålning för stora grupper asylsökande bör 18 års gränsen avgöras med hjälp av magnetkamera som också ger en säkrare bedömning än såväl röntgen av tänder som röntgen av hand/handled.

Till detta kommer en bristande samstämmighet mellan olika bedömare av röntgen tänder (60-85%). Samstämmigheten är godtagbar (85%) för undersökning av magnetkamera av knäled.

Andelen barn och vuxna som blir rätt klassificerade ligger i regel under 90% för tänder men i en studie av fotled på över 90% för pojkar.

En pilotstudie föreslås undersöka hur kombinationen av fyra tillväxtzoner i knäled och fotled undersökta med magnetkamera kan förbättra åldersbedömningen för 18 års gränsen.

Förslag till handlingsplan

Den typ av magnetkamera som krävs för undersökningar av knäled och fotled är liten och billigare än större utrustningar. Kostnaden kan vara ca 7 Mkr per styck mot normalt 15-23 Mkr.

Det torde vara möjligt att sätta upp ett 10-tal maskiner i Sverige enligt en bedömning av Migrationsverkets representanter vid ett möte med dem på SKL 2015-09-17. Utrustningen ger ingen joniserande strålning utan kan skötas av Migrationsverkets personal. Bilderna måste dock bedömas av läkare och Rättsmedicinalverket skulle kunna vara ansvarig för medicinsk kvalitet. Skulle sjukdomar upptäckas måste en medicinsk utredning startas pga fynden på bilderna.



Figur 6. Magnetkamera för extremitetsundersökning.

Pilotstudie 18 år

Åldersbedömning efter undersökning med magnetkamera av knäled bör kunna uppskatta 18 års gränsen hos såväl pojkar som flickor efter undersökning av nedre lårbenet med en risk att missa en person under 18 år på 3-7% (pojkar/flickor). Ju äldre gruppen som undersöks är desto större andel kan bedömas. Andelen som kan bedömas kan sannolikt också ökas om man kombinerar en undersökning med magnetkamera av både knäled och fotled. Effekten av etnicitet måste dock undersökas i ytterligare studier. En alternativ metod för 18 års gränsen för både pojkar flickor skulle vara undersökning av övre skenbenet och fotleden. En pilotstudie föreslås som studerar de fyra tillväxtzonerna i knäled och fotled som har mest lovande data för att kunna vara aktuella för ett ordnat införande. Dessutom föreslås att nya avbildningsmetoder av nyckelbenet med magnetkamera börjar studeras för att förbättra samstämmigheten mellan olika bedömare.

För att belysa frågan om etnicitet föreslås bekräftande studie på barn födda i Sverige med utländsk bakgrund från olika befolkningar göras som en kvalitetskontroll av metoden. Genom att undersöka barn födda i Sverige i första respektive andra generationen kan effekten av etnicitet möjligen kvantifieras.

Pilotstudie 15 år

Automatiska system för undersökning av hand/handled med magnetkamera tycks inte kunna uppskatta 18 års gränsen men kan tänkas användas för lägre åldrar t ex 15 års gränsen. Då måste dock litteraturstudier göras rörande 15 års gränsen för bedömning av röntgen av tänder samt röntgen av hand/handled. Sannolikt krävs också en kompletterande pilotstudie för en ny metod rörande tänder, maturity-index som jämförs med de två automatiska metoder som står till buds – röntgen respektive magnetkamera.

För bedömning av 21 års gränsen behöver den osäkra bedömning av nyckelben förbättras. Dels krävs litteraturstudier av röntgen av nyckelben (med datortomografi) för jämförelse med litteraturstudien av nyckelben med magnetkamera. Dels krävs en pilotstudie för att se om andra sekvenser vid inställning av magnetkamera som kan avbilda brosk bättre (dvs tillväxtzonen) gör att samstämmigheten mellan olika bedömare av ett nyckelben kan förbättras.

Socialstyrelsens bedömning

Konklusion magnetkamera

Tidigare har röntgen använts för att bedöma skelettålder för att förutsäga längdtillväxt hos barn oftast upp till 15-17 år. Det har saknats säkra metoder att bedöma åldersgränsen 18 år. En annan avbildande metod, magnetkamera, har visat sig lämplig för att bättre avbilda skelettets tillväxtzoner. Det finns ett begränsat till måttligt starkt vetenskapligt underlag för att undersöka nedanstående tillväxtzoner med magnetkamera. En bekräftande pilotstudie rekommenderas inför ett ev. ordnat införande av magnetkameraundersökningar av nedanstående tillväxtzoner.

- Undersökning av knäets övre del (nedre lårbenet, distala femur) ger information om
 - 18 års gränsen bedöms med en risk att missta ett barn för en vuxen på 3% för pojkar och 7% för flickor
- Undersökning av knäets nedre del (övre skenbenet, proximala tibia) ger information om
 - 18 års gränsen bedöms med en risk att missta ett barn för en vuxen på 4% för pojkar och 12% för flickor
- Undersökning av fotleden (nedre skenbenet, distala tibia och hälbenet, calcaneus) ger information om

- 18 års gränsen bedöms med en risk att missta ett barn för en vuxen på 9% för pojkar och 21% för flickor
- Den automatiska metoden är inte färdigutvecklad och behöver förbättras för pojkar och flickor under 18 år
- Undersökning av nyckelbenet (clavikel) ger information om
 - 18 års gränsen bedöms med en risk att missta ett barn för en vuxen på ca 1% för både pojkar och flickor. Anatomiska variationer kan dock förekomma som omöjliggör bedömning vilket gör att undersökningen endast kan bli aktuell i särskilda fall. Samstämmigheten mellan olika bedömare måste förbättras inför en pilotstudie.

Konklusion tandundersökning för 18 års gränsen

Tidigare har röntgen av tänder använts för att bedöma om åldern 18 år uppnåtts. Socialstyrelsens genomgång av den vetenskapliga dokumentationen på området visar att det föreligger korrelationer mellan tändernas utveckling och kronologisk ålder men att den individuella variationen kan vara stor. De metoder som baseras på en bedömning av tändernas utvecklingsstadium är också behäftade med en stor osäkerhet rörande samstämmigheten mellan olika bedömare. Samstämmigheten är oftast endast 60-85%, i vissa studier ännu lägre. En ny metod, maturity index, visar på bättre siffror men samtidigt har samstämmigheten mellan olika bedömare undersökts på ett förenklat sätt. Istället för att två eller flera bedömare undersöker samma bildmaterial verifieras samstämmigheten endast för en mindre del av materialet.

Det är ett grundläggande krav att samstämmigheten är god och Socialstyrelsens bedömning är att samstämmigheten bör vara minst 80%. Detta uppfyller inte tandundersökning för 18 års gränsen med dagens metoder. Det krävs ytterligare studier för att värdera maturity index särskilt hur samstämmigheten är mellan olika bedömare då alla bilder bedöms av flera bedömare.

Tills maturity index kunnat värderas ytterligare är det Socialstyrelsens bedömning att tandundersökningar för 18 års gränsen inte bör göras dvs är sk icke göra. Motiveringen är att det vetenskapliga underlaget för metoden är otillräckligt men att det även finns underlag som indikerar att metoden inte bör användas för 18 års gränsen pga bristande samstämmighet och en låg andel av rätt bedömda såväl barn som vuxna.

Konklusion automatiska bedömning av skelett med röntgen för 18 års gränsen

Tidigare har röntgen använts för att bedöma skelettålder för att förutsäga längdtillväxt hos barn oftast upp till 15-17 år. Det har saknats säkra metoder att bedöma åldersgränsen 18 år. Det finns ett begränsat vetenskapligt underlag för att bedöma 18 års gränsen med röntgen (joniserande strålning) av hand/handled. Vid bedömning av 18 års gränsen är individdosen låg medan däremot populationsdosen kan bli betydande om ett stort antal asylsökande skall undersökas. Det är därför Socialstyrelsens bedömning att metoden inte bör användas för att bedöma 18 års gränsen innan metoden kan jämföras med resultatet från en pilotstudie med magnetkamera rörande 18 års gränsen. Skulle undersökning med magnetkamera vara lika bra eller bättre, vilket

Socialstyrelsens litteraturgenomgång indikerar och föreslås undersökas vidare i en pilotstudie, bör undersökning med magnetkamera användas istället.

Förslag till pilotstudier

Pilotstudie 18 år

Friska individer folkbokförda och födda i Sverige erbjuds delta via slumpmässigt urval i folkbokförd ålder 17-19 år ev. 16-20 år (6 mån intervall, +- 1 månad). Fördelas lika på subgrupper med 0, 1 resp 2 generationer utländsk bakgrund och dominerande invandrarländer och kön. Det är särskilt viktigt att bedöma samstämmigheten mellan olika bedömare.

Bilderna med magnetkamera bör bedömas av två specialister i radiologi med minst 5 års erfarenhet. Erfarenhet i pediatrik radiologi eller muskuloskeletal radiologi är meriterande.

- Kan fyra utvalda tillväxtzoner i knäled och fotled i kombination bättre bestämma 18 års gränsen än tidigare forskning visat? MR sekvens valideras.
 - Hypotes: Tillväxtzonerna mognar i viss ordning för en individ trots biologisk variation
- Kan etnicitet hos folkbokförda och födda i Sverige påverkas av att ha utländsk bakgrund (1-2 generationer)
 - Hypotes: Det finns ingen skillnad vid lika levnadsbetingelser vid 18 år
- Kan samstämmigheten mellan bedömare ökas med ny sekvens för nyckelben för brosk?
- Kan undersökning av barnläkare och psykosocial bedömning förbättra underlaget för åldersbedömningen?

Pilotstudie 15 (21 år)

En liknande pilotstudie kan göras för åldrarna 14-22 för att svara på frågan vilka metoder som är lämpliga för dessa åldrar. För 15 års gränsen torde undersökning av hand/handled och tänder vara lämpliga eftersom dessa mognar några år senare än 15 års gränsen. För hand/handled behöver avgöras vilken automatisk metod som är bäst, röntgen av hand/handled eller undersökning med magnetkamera. För tänder bör man studera undersökning av molarötter (andra och tredje molar) och jämföra med sk maturity index där rötter och tandhöjd studeras. Det är särskilt viktigt att bedöma samstämmigheten mellan olika bedömare.

Tidplan

Fortsatt genomgång av all litteratur på området dvs manuella metoder som bygger på röntgen respektive litteratur kring 15 och 21 års gränsen kan komma att ta ytterligare ett år. Möjligheterna att genomföra en sådan fort-

sättning är beroende ytterligare uppdrag till Socialstyrelsen. De föreslagna pilotstudierna kräver särskild tidplan och särskilt uppdrag.

Samråd

Rättsmedicinalverket har begärt och fått information om projektet den 10 februari liksom Justitiedepartementet. Samråd har även skett på initiativ från Strålskyddsmyndigheten och Socialdepartementet. Dessa intressenter samt SBU, Barnläkarföreningen, Tandläkarförbundet, Svenska Läkarsällskapet, Åklagarmyndigheten, Polismyndigheten, Skatteverket, SKL och Migrationsverket deltog även i dialogmöte den 20 april.

SBU har också inom ramen för detta projekt bidragit med en genomgång av metoder som inte bygger på bilddiagnostik, utan undersökningar av den utvecklingsmässiga, fysiska och psykosociala mognaden -Åldersbedömning med icke-radiologiska bedömningsmetoder. SBU granskade 16 000 studie-sammanfattningar och ett 70-tal fulltextartiklar utan att finna något vetenskapligt stöd för användning av icke-radiologiska metoder.

En grupp medicinska etiker inledde den 1 februari sitt arbete med en etisk analys under ledning av Lars Sandman i samråd med Lisa Furberg och Erik Malmqvist. Deras slutsatser redovisades i maj i en separat rapport Åldersbedömning inom ramen för asylprocessen – en etisk analys.

Referenser

1. Krämer, JA, Schmidt, S, Jurgens, KU, Lentschig, M, Schmeling, A, Vieth, V. Forensic age estimation in living individuals using 3.0 T MRI of the distal femur. *International journal of legal medicine*. 2014; 128(3):509-14.
2. Martin, DD, Wit, JM, Hochberg, Z, Savendahl, L, van Rijn, RR, Fricke, O, et al. The use of bone age in clinical practice - part 1. Hormone research in paediatrics. 2011; 76(1):1-9.
3. Thodberg, HH, Neuhof, J, Ranke, MB, Jenni, OG, Martin, DD. Validation of bone age methods by their ability to predict adult height. *Hormone research in paediatrics*. 2010; 74(1):15-22.
4. Gunst, K, Mesotten, K, Carbonez, A, Willems, G. Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study. *Forensic science international*. 2003; 136(1-3):52-7.
5. Kullman, L, Johanson, G, Akesson, L. Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. *Swed Dent J*. 1992; 16(4):161-7.
6. Dedouit, F, Auriol, J, Rousseau, H, Rouge, D, Crubezy, E, Telmon, N. Age assessment by magnetic resonance imaging of the knee: a preliminary study. *Forensic science international*. 2012; 217(1-3):232 e1-7.
7. Saint-Martin, P, Rerolle, C, Pucheux, J, Dedouit, F, Telmon, N. Contribution of distal femur MRI to the determination of the 18-year limit in forensic age estimation. *International journal of legal medicine*. 2015; 129(3):619-20.
8. Saint-Martin, P, Rerolle, C, Dedouit, F, Bouilleau, L, Rousseau, H, Rouge, D, et al. Age estimation by magnetic resonance imaging of the distal tibial epiphysis and the calcaneum. *International journal of legal medicine*. 2013; 127(5):1023-30.
9. Saint-Martin, P, Rerolle, C, Dedouit, F, Rousseau, H, Rouge, D, Telmon, N. Evaluation of an automatic method for forensic age estimation by magnetic resonance imaging of the distal tibial epiphysis--a preliminary study focusing on the 18-year threshold. *International journal of legal medicine*. 2014; 128(4):675-83.
10. Hillewig, E, De Tobel, J, Cuhe, O, Vandemaele, P, Piette, M, Verstraete, K. Magnetic resonance imaging of the medial extremity of the clavicle in forensic bone age determination: a new four-minute approach. *European radiology*. 2011; 21(4):757-67.
11. Hillewig, E, Degroote, J, Van der Paelt, T, Visscher, A, Vandemaele, P, Lutin, B, et al. Magnetic resonance imaging of the sternal extremity of the clavicle in forensic age estimation: towards more sound age estimates. *International journal of legal medicine*. 2013; 127(3):677-89.
12. Tangmose, S, Jensen, KE, Villa, C, Lynnerup, N. Forensic age estimation from the clavicle using 1.0T MRI--preliminary results. *Forensic science international*. 2014; 234:7-12.

13. Vieth, V, Schulz, R, Brinkmeier, P, Dvorak, J, Schmeling, A. Age estimation in U-20 football players using 3.0 tesla MRI of the clavicle. *Forensic science international*. 2014; 241:118-22.
14. Darvishpour, M, Westin, C, Karlsson, L. Migration och etnicitet: perspektiv på ett mångkulturellt Sverige. Lund: Studentlitteratur; 2015.
15. Thodberg, HH, Savendahl, L. Validation and reference values of automated bone age determination for four ethnicities. *Academic radiology*. 2010; 17(11):1425-32.
16. Kramer, JA, Schmidt, S, Jurgens, KU, Lentschig, M, Schmeling, A, Vieth, V. Forensic age estimation in living individuals using 3.0 T MRI of the distal femur. *International journal of legal medicine*. 2014; 128(3):509-14.
17. Krämer, JA, Schmidt, S, Jurgens, KU, Lentschig, M, Schmeling, A, Vieth, V. The use of magnetic resonance imaging to examine ossification of the proximal tibial epiphysis for forensic age estimation in living individuals. *Forensic science, medicine, and pathology*. 2014; 10(3):306-13.
18. Stern, D, Ebner, T, Bischof, H, Grassegger, S, Ehammer, T, Urschler, M. Fully automatic bone age estimation from left hand MR images. *Medical image computing and computer-assisted intervention : MICCAI International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*. 2014; 17(Pt 2):220-7.
19. Ebner, T, Stern, D, Donner, R, Bischof, H, Urschler, M. Towards automatic bone age estimation from MRI: localization of 3D anatomical landmarks. *Medical image computing and computer-assisted intervention : MICCAI International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*. 2014; 17(Pt 2):421-8.
20. Serinelli, S, Panebianco, V, Martino, M, Battisti, S, Rodacki, K, Marinelli, E, et al. Accuracy of MRI skeletal age estimation for subjects 12-19. Potential use for subjects of unknown age. *International journal of legal medicine*. 2015; 129(3):609-17.
21. Tomei, E, Sartori, A, Nissman, D, Al Ansari, N, Battisti, S, Rubini, A, et al. Value of MRI of the hand and the wrist in evaluation of bone age: preliminary results. *Journal of magnetic resonance imaging : JMRI*. 2014; 39(5):1198-205.
22. Dvorak, J, George, J, Junge, A, Hodler, J. Application of MRI of the wrist for age determination in international U-17 soccer competitions. *Br J Sports Med*. 2007; 41(8):497-500.
23. Dvorak, J, George, J, Junge, A, Hodler, J. Age determination by magnetic resonance imaging of the wrist in adolescent male football players. *Br J Sports Med*. 2007; 41(1):45-52.
24. Schmidt, S, Vieth, V, Timme, M, Dvorak, J, Schmeling, A. Examination of ossification of the distal radial epiphysis using magnetic resonance imaging. New insights for age estimation in young footballers in FIFA tournaments. *Science & justice : journal of the Forensic Science Society*. 2015; 55(2):139-44.
25. Tscholl, PM, Junge, A, Dvorak, J, Zubler, V. MRI of the wrist is not recommended for age determination in female football players of U-

- 16/U-17 competitions. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2015.
26. Babburi, S, Nelakurthi, H, Aparna, V, Soujanya, P, Kotti, AB, Ganipineni, K. Radiographic Estimation of Chronological Age using Mineralization of Third Molars in Coastal Andhra, India. *Journal of International Oral Health*. 2015; 7(5):49-52.
 27. Bagherpour, A, Anbiaee, N, Partovi, P, Golestani, S, Afzalinassab, S. Dental age assessment of young Iranian adults using third molars: A multivariate regression study. *J Forensic Leg Med*. 2012; 19(7):407-12.
 28. Bhowmik, B, Acharya, AB, Naikmasur, VG. The usefulness of Belgian formulae in third molar-based age assessment of Indians. *Forensic science international*. 2013; 226(1-3):300 e1-5.
 29. Cameriere, R, Ferrante, L, De Angelis, D, Scarpino, F, Galli, F. The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *International journal of legal medicine*. 2008; 122(6):493-7.
 30. Cavalcante Carneiro, AP, Lins Guimarães, JAT, Silva Ikeda, RM, Silva Santiago Costa, AP, Laureano Filho, JR. Chronological table of third molar mineralization in a survey in the state of Alagoas, Brazil. *Brazilian Journal of Oral Sciences*. 2010; 9(4):488-92.
 31. Corradi, F, Pinchi, V, Barsanti, I, Garatti, S. Probabilistic classification of age by third molar development: the use of soft evidence. *Journal of forensic sciences*. 2013; 58(1):51-9.
 32. Corradi, F, Pinchi, V, Barsanti, I, Manca, R, Garatti, S. Optimal age classification of young individuals based on dental evidence in civil and criminal proceedings. *International journal of legal medicine*. 2013; 127(6):1157-64.
 33. Kasper, KA, Austin, D, Kvanli, AH, Rios, TR, Senn, DR. Reliability of third molar development for age estimation in a Texas Hispanic population: a comparison study. *Journal of forensic sciences*. 2009; 54(3):651-7.
 34. Liversidge, HM. Permanent tooth formation as a method of estimating age. *Front Oral Biol*. 2009; 13:153-7.
 35. Liversidge, HM, Marsden, PH. Estimating age and the likelihood of having attained 18 years of age using mandibular third molars. *Br Dent J*. 2010; 209(8):E13.
 36. Maled, V, Manjunatha, B, Patil, K, Balaraj, BM. The chronology of third molar root mineralization in south Indian population. *Med Sci Law*. 2014; 54(1):28-34.
 37. Meinl, A, Tangl, S, Huber, C, Maurer, B, Watzek, G. The chronology of third molar mineralization in the Austrian population--a contribution to forensic age estimation. *Forensic science international*. 2007; 169(2-3):161-7.
 38. Mincer, HH, Harris, EF, Berryman, HE. The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *Journal of forensic sciences*. 1993; 38(2):379-90.
 39. Scheurer, E, Quehenberger, F, Mund, MT, Merkens, H, Yen, K. Validation of reference data on wisdom tooth mineralization and erup-

- tion for forensic age estimation in living persons. *International journal of legal medicine*. 2011; 125(5):707-15.
40. Streckbein, P, Reichert, I, Verhoff, MA, Bodeker, RH, Kahling, C, Wilbrand, JF, et al. Estimation of legal age using calcification stages of third molars in living individuals. *Science & justice : journal of the Forensic Science Society*. 2014; 54(6):447-50.
 41. Tangmose, S, Thevissen, P, Lynnerup, N, Willems, G, Boldsen, J. Age estimation in the living: Transition analysis on developing third molars. *Forensic science international*. 2015.
 42. Vidisdottir, SR, Richter, S. Age estimation by dental developmental stages in children and adolescents in Iceland. *Forensic science international*. 2015; 257:518 e1-7.
 43. Cameriere, R, Ferrante, L, Cingolani, M. Precision and reliability of pulp/tooth area ratio (RA) of second molar as indicator of adult age. *Journal of forensic sciences*. 2004; 49(6):1319-23.
 44. De Luca, S, Biagi, R, Begnoni, G, Farronato, G, Cingolani, M, Merelli, V, et al. Accuracy of Cameriere's cut-off value for third molar in assessing 18 years of age. *Forensic science international*. 2014; 235:102 e1-6.
 45. Deitos, AR, Costa, C, Michel-Crosato, E, Galic, I, Cameriere, R, Biazevic, MG. Age estimation among Brazilians: Younger or older than 18? *J Forensic Leg Med*. 2015; 33:111-5.
 46. Kullman, L, Martinsson, T, Zimmerman, M, Welander, U. Computerized measurements of the lower third molar related to chronologic age in young adults. *Acta Odontol Scand*. 1995; 53(4):211-6.
 47. van Rijn, RR, Lequin, MH, Thodberg, HH. Automatic determination of Greulich and Pyle bone age in healthy Dutch children. *Pediatric radiology*. 2009; 39(6):591-7.
 48. Zhang, SY, Liu, G, Ma, CG, Han, YS, Shen, XZ, Xu, RL, et al. Automated determination of bone age in a modern chinese population. *ISRN Radiol*. 2013; 2013:874570.