



**SAHLGRENKA AKADEMIN**  
**INSTITUTIONEN FÖR VÅRDVETENSKAP OCH HÄLSA**

# **ÅLDERSBESTÄMNING AV UNGA INDIVIDER VID RÄTTSFALL**

En beskrivning av radiologiska modaliteters  
träffsäkerhet

**Marcus Ahlén**

**Niclas Berntsson**

---

Uppsats/Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Röntgensjuksköterskeprogrammet, examensarbete i radiografi
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt 2017
Handledare:	Mirjana Kustrimovic
Examinator:	Karin Ahlberg Institutionen för Vårdvetenskap och hälsa

Titel (svensk)	Åldersbestämning av unga individer vid rättsfall
Titel (engelsk)	Age determination of young individuals in legal cases
Examensarbete:	15 hp
Program och/eller kurs:	Röntgensjuksköterskeprogrammet, examensarbete i radiografi
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt 2017
Författare	Marcus Ahlén & Niclas Berntsson
Handledare:	Mirjana Kustrimovic
Examinator:	Karin Ahlberg
Nyckelord:	Åldersbestämning, patientsäkerhet, konventionell röntgen, datortomografi, magnetkamera

---

## Sammanfattning:

**Bakgrund:** Åldersbestämning kan göras i rent medicinskt syfte men de stora flyktingvågorna de senaste åren har lyft fram nödvändigheten av åldersbestämning i rättsmedicinskt syfte. Den vanligaste metoden som används är konventionell röntgen av hand och handled där atlasmetoden av Greulich & Pyle appliceras. CT och MR är två metoder som används mer sällan för åldersbestämning men MR framförallt är en modalitet som får mer och mer uppmärksamhet. **Syfte:** Syftet med denna litteraturstudie är att beskriva diagnostisk träffsäkerhet mellan olika modaliteter vid radiologisk undersökning för åldersbestämning av unga individer i samband med rättsfall. **Metod:** En allmän litteraturoversikt baserad på elva vetenskapliga artiklar valdes som metod och analys och kvalitetsgranskning gjordes enligt Fribergs modell. **Resultat:** Resultatet visar att Greulich & Pyle ger ett tillförlitligt svar på vissa grupper men ett mindre tillförlitligt svar på andra grupper. Metoden av Schmeling applicerad på CT-bilder av nyckelbenet har visat sig vara användbar. Det kan finnas skillnader i skelettmognaden av nyckelbenet mellan en australiensisk och en thailändsk population. Schmeling applicerad på MR-bilder av handled kan i framtiden anta en viktig roll. Metoden av Tomei applicerad på MR-bilder av handled visade god potential men metoden behöver utvärderas ytterligare. **Slutsats:** Det kan finnas skillnader mellan olika etniciteter som ej grundar sig i socioekonomisk bakgrund som Greulich & Pyle ej tar hänsyn till. Även om CT ger högupplösta bilder är stråldosen man utsätts för under undersökningen inte berättigad i rättsfall. MR ger också högupplösta bilder där ingen strålning används vilket är en fördel, dock finns det kontraindikationer för att utföra en MR-undersökning. En viss felmarginal finns inom alla metoder för åldersbestämning men vidare forskning bör framförallt fokusera på metoder där MR använts.

## **Förord**

*Vi vill tacka alla som har bidragit med synpunkter under arbetets gång samt de som stöttat oss i vårt val av ämne.*

Göteborgs Universitet 2017-03-09

Marcus Ahlén & Niclas Berntsson

# Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Bakgrund .....	1
Åldersbestämning .....	1
Metoder för åldersbestämning .....	2
Greulich & Pyle.....	2
Schmeling.....	2
Konventionell röntgen .....	3
Datortomografi .....	4
Magnetkamera .....	4
Teoretisk referensram.....	5
Problemområde .....	5
Syfte .....	6
Metod .....	6
Vald metod .....	6
Litteratursökning.....	6
Kvalitetsgranskning och analys .....	6
Resultat.....	7
Konventionell röntgen .....	7
Greulich & Pyle .....	7
Datortomografi .....	9
Magnetkamera .....	10
Diskussion .....	11
Metoddiskussion.....	11
Resultatdiskussion .....	12
Konventionell röntgen .....	12
Datortomografi .....	13
Magnetkamera .....	14
Slutsats .....	15
Referenslista .....	17

## Bilagor

**Bilaga 1 - Söktabell**

**Bilaga 2 - Artikelöversikt**

## Inledning

Ensamma barn och ungdomar har kommit till Sverige under lång tid. Främst från länder som Somalia, Eritrea, Irak, Iran, Marocko och framför allt Afghanistan. Anledningen kan variera från dåliga framtidsutsikter i hemlandet till krig och konflikter. De flesta som kommer är pojkar och i många fall skickas de av sina familjer i hopp om att bättra familjens situation genom att antingen skicka pengar eller i sällsyntare fall få familjeåterförening i Europa. Under 00-talets första år anlände ungefär 400 ensamkommande barn per år till Sverige. År 2006 ökade det till över 800. Året efter var antalet drygt 1 200. Ökningen var långsam men tydlig. År 2012 anlände 3 578, år 2013 kom 3 852. Sedan kom ett språng till 7 049 år 2014 och så explosionen 2015, med 35 369. Efter bland annat införandet av id-kontroller kom det 2016 endast 2095 ensamkommande.

Under de två senaste åren har åldersbedömningar nästan inte förekommit. Migrationsverket har kunnat ta initiativ till röntgen av tänder och handleder men metoderna har ansetts kontroversiella, detta har lett till att folk tandvården och andra vårdinrättningar i diverse orter har sagt nej till migrationsverkets begäran. På grund av svårigheterna ändrade Migrationsverket sin policy i början av 2015 till att endast erbjuda åldersbestämning till ensamkommande som ett komplement till att styrka sin uppgivna ålder. Detta erbjudande har dock sällan använts. I maj 2016 fick Rättsmedicinalverket uppdraget att börja utföra åldersbestämningar och de räknar med att komma igång under det första kvartalet av 2017 med magnetkameraundersökning av knäled samt röntgen av visdomständer.

Barnläkare och även experter på Socialstyrelsen ansåg att det vetenskapliga underlaget för den handleds- och tandröntgen som brukar användas var för dåligt, de ogillades också eftersom strålningen inte var medicinskt motiverad. Mer kunskap behövs som undersöker alternativa metoder för att öka tillförlitligheten av åldersbestämning i rättsfall.

## Bakgrund

### Åldersbestämning

Åldersbestämning eller skelettmognadsbedömning görs dels för att undersöka sjukdomar och tillstånd som kan påverka tillväxten hos barn som t.ex. sen eller tidig pubertet, medfödd hypotyreos eller Cushings sjukdom. Standard när åldersbestämning görs av medicinska skäl är att läkare jämför och analyserar en röntgenbild av barnets ena hand med ett genomsnittligt handskelett för en viss ålder. Skelettmognadsbedömning kan också användas som ett komplement i en helhetsbedömning för att uppskatta åldern på asylsökande barn och ungdomar (1177 vårdguiden, 2015).

Den asylsökandes ålder spelar roll för hur man behandlas under asylprövningen men också för den materiella bedömningen av själva asylärendet. Under prövningen har man som barn rätt till god mat, till skolgång och till samma hälso- och sjukvård som andra barn i Sverige medan man som vuxen bara har rätt till vård som inte kan anstå. När det kommer till den materiella bedömningen av minderårig ska ”särskilt beaktas vad hänsynen till barnets hälsa och utveckling samt barnets bästa i övrigt kräver”.

Detta innebär att individen inte kan avvisas ifall det inte finns en vuxen som kan ta hand om personen i mottagarlandet, individen kan inte heller skickas tillbaka till det EU-land som denna först anlände till, som annars kan göras för vuxna enligt Dublinförordningen. Åldersbestämning aktualiseras ifall den asylsökande inte kan styrka sin ålder med tillförlitlig dokumentation och migrationsverket betvivlar den uppgivna åldern. Det är den sökandes skyldighet att göra sin ålder sannolik och migrationsverket kan erbjuda individen att genomgå en medicinsk åldersbestämning som idag innefattar en klinisk pediatrik undersökning kompletterad med röntgenundersökning av handskelett eller tänder (Socialstyrelsen, 2016).

Röntgen av handskelett i migrationsärenden i Sverige vid bedömning av ålder görs efter remiss av barnläkare efter en begäran från migrationsverket. Det är värt att poängtera att radiologer gör en bedömning- inte en bestämning av ålder. Normalt sett tas en frontal bild med konventionell röntgen av vänster hand där hela handskelettet och handleden visualiseras. Radiologer gör sedan en jämförelse av röntgenbilden med standardbilder ur "Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist" av Greulich & Pyle. Man bör även i vissa fall där skelettmognaden inte är avslutat använda sig av andra bedömningsmetoder som t.ex. TW2, TW3 och BoneX-pert (SFPR, 2014).

## **Metoder för åldersbestämning**

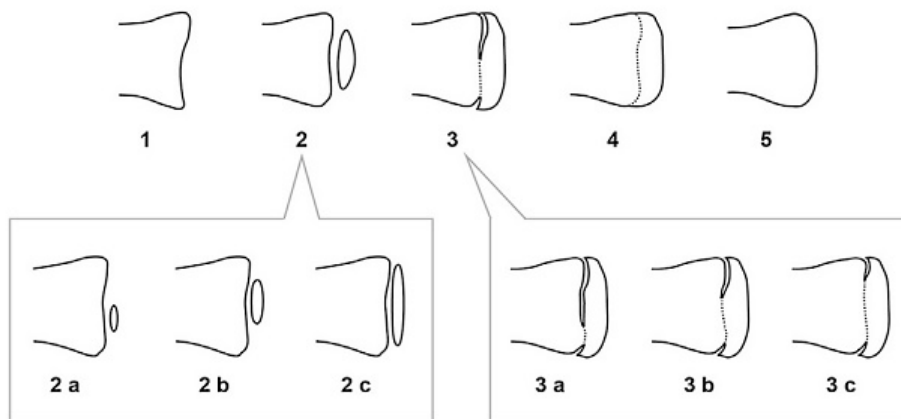
### ***Greulich & Pyle***

Metoden framställd av Greulich & Pyle är den vanligaste metoden för skelettmognadsbedömning runt om i världen. Den första upplagan av deras atlas utgavs redan 1950, den andra 1959 och den senaste utgavs 1988, andra atlasmetoder som används är Tanner and Whitehouse (TW2), Thiemann och Gilsanz & Ratib (Büken, Safak, Yazici, Büken & Mayda, 2007; Schmidt, Nitz, Ribbecke, Schulz, Pfeiffer & Schmelting, 2013). Dessa metoder är behändiga när man bedömer skelettåldern på barn från USA, central och nordeuropa men det råder delade meningar angående om dessa metoder tillförlitligt kan användas till barn av annan härkomst. Büken et al. (2007) uppger att tidigare studier har visat att det kan finnas variationer i pubertetsutvecklingen mellan olika raser och etniciteter, sen finns det ytterligare faktorer som man vet påverkar skelettåldern som t.ex. kön, socioekonomisk bakgrund, nutritionsproblem och diverse olika sjukdomar. Allt detta kan innebära att bedömningen av barnets ålder misstolkas eftersom de jämförs med barn med andra förutsättningar (Büken et al. 2007). En annan sorts metod som används för skelettmognadsbedömning kallas för benspecifik, Roche och Tanner är två exempel. De bygger på att man gör individuella bedömningar av olika element i handskelettet för att få en helhetsbild av skelettmognaden (Schmidt et al. 2013).

### ***Schmelting***

För att åldersbestämma individer som antas vara äldre än 18 år kan det vara av värde att utvärdera förbeningsprocessen av brosket i den del av nyckelbenet som fäster i bröstbenet. Detta eftersom andra undersökningsområden för åldersbestämning kan vara fullt utvecklade vid denna ålder. Ett antal studier har gjorts som undersöker förbeningsprocessen i nyckelbenet med hjälp av både konventionell röntgen och CT. Schmelting skapade ett nytt klassificeringssystem efter tidigare system som består av fem steg som delar in nyckelbenets förbeningsprocess i olika stadier. Steg 1: ossifikations centrat ej förbenat; Steg 2: ossifikations centrat förbenat, epifysplattan ej förbenad; Steg 3: epifysplattan delvis förbenad; Steg 4: epifysplattan fullt förbenad, epifysärr synligt.

Steg 5: epifysplattan fullt förbenad, epifysärr ej synligt. Om epifysplattan är förbenad men epifysärr är synligt (steg 4) kan man i kvinnors fall anta att individen är minst 20 år och hos män att individen är minst 21 år. Total förbening utan synligt epifysärr (steg 5) kunde tidigast ses hos båda könen vid 26 år enligt en tidigare studie (Schmeling, Reisinger, Geserick & Olze, 2006).



Bilden visar fem-steps klassificeringssystemet av Schmeling samt underklassificeringen av steg två och tre av Kellinghaus. Kellinghaus underklassificering ger möjlighet att ytterligare klassificera benmognaden vilket gör åldersbestämningen mer tillförlitlig i helhet (Pattamapasong, Madla, Mekjaidee & Namwongprom, 2014).

## Konventionell röntgen

År 1895 upptäckte Wilhelm Conrad Röntgen en ny sorts strålar som kunde penetrera olika sorters material och sedan registreras med film eller fluorescerande ämnen. Den röntgenutrustning som man använder i dagens sjukvård är konstruerad på liknande sätt men tekniken har även utvecklats sedan dess (Axelsson, 2008). Med konventionella röntgenundersökningar menas bland annat undersökning av skelett, lungor och urinvägar. Man kallar detta för projektionsradiologi vilket innebär att alla organ i det område där man har projicerat hamnar på varandra i bilden. Det kan göra bilderna väldigt svårtolkade så för att underlätta för radiologerna tar man alltid minst två bilder från olika vinklar, till exempel en frontal och en sido-bild (Cederblad, 2010). Konventionell röntgen bygger på joniserande strålning. Med hjälp av ett röntgenrör skapar man fotoner som skickas genom en kroppsdel och beroende på tjocklek och densitet av kroppsdelens kommer fotonerna att bromsas upp olika mycket. De olika skillnaderna i uppbromsningen kommer ge upphov till en skugga som registreras av en bildplatta på den andra sidan av patienten. Ett exempel är luft i tarmen som har låg densitet och kommer därför vara dåligt på att bromsa upp fotonerna, detta kommer bli svart på bilden. Skelett däremot som har en mycket högre densitet än luft bromsar upp fotonerna mer och blir därför vitt på bilden. För att få en så optimal bild som möjligt kan de två parametrarna mA och kV modifieras. Med mA ställer man in rörströmmen, det vill säga antalet elektroner som frigörs. Genom att höja rörströmmen skickas mer fotoner ut genom kroppen och man får en bättre upplösning. Med kV bestämmer man elektronernas rörelseenergi, det vill säga dess genomträngningsförmåga. Sänkt kV kan ge en högre kontrast, men det ger också mer strålning till patienten då fler fotoner stannar kvar i kroppen (Isaksson, 2011).

## Datortomografi

Datortomografi (DT) / Computed Tomography (CT) är en beräknad transversell bild av kroppen där man förutom lägesbestämning av organen också får ett mått på deras täthet i förhållandet till vattens täthet.

Detta jämfört med en konventionell röntgenbild där bilden är en summering av alla vävnaders täthet i den röntgade delen av kroppen (Thilander Klang, 2008). Vid en undersökning roterar ett röntgenrör och en detektor runt patienten som ligger ner. I röntgenröret skapas joniserande strålning som skickas genom patienten och samlas upp på den andra sidan i detektorn, på så sätt skapas signal (Thilander Klang, 2008). Signalen gör att information lagras i datorns minne. Efter varje snitt som skapas när röntgenröret och detektorn snurrar runt patienten beräknar datorn en digitaliserad bild av snittet där attenueringsförmågan för vävnaden i varje pixel anges som ett tal i en särskild skala. När man sedan ser bilden på datorn så representerar varje tal en viss ton på en gråskala där svart är något med låg attenueringsförmåga och vit är något med hög attenueringsförmåga, samt 256 steg däremellan (Cederblad, 2010). När datorn är klar med ett snitt flyttas bordet ett bestämt avstånd och hela proceduren görs om igen. När bilderna är klara kan man se det scannade området från tre olika håll: Sagittal, koronar och transversellt. Fördelen med datortomografi framför slätröntgen är att man får mer detaljrika bilder, men det finns också nackdelar. Datortomografi är den metod som ger högst stråldos till patient. Med datortomografi kan stråldosen vara så hög som 100 gånger mer än en vanlig slätröntgen av samma organ (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2011).

## Magnetkamera

Magnetkamera/Magnetresonanstomografi (MR/MRT) består av en kraftig magnet, ett radiofrekvent (RF) sändar-/mottagarsystem, ett gradientsystem och ett datorsystem. I en MR-maskin skapas ett starkt magnetfält tack vare stora strömförande spolar. Magnetfält som används i det kliniska arbetet idag ligger vanligtvis kring fältstyrkan 0,1-3 Tesla, där 1,5 Tesla är det vanligaste (Ståhlberg & Wirestam, 2008; Isaksson, 2011). Man kyler ner spolen med hjälp av flytande helium till ca  $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$ , på så vis blir spolen supraledande (Ståhlberg & Wirestam, 2008). Supraledande material karakteriseras av en oändlig ledningsförmåga och används för att skapa starka och stabila magnetfält (Beckman, 2016). Människokroppen består till stor del av väteatomer (Björklund, 2012). Var och en av väteatomerna omges av ett svagt magnetfält som riktar sig med eller emot magnetkamerans starka magnetfält. När radiovågor (RF-puls) riktas mot det område i kroppen som ska undersökas ändrar väteatomerna i kroppen riktning och varje gång radiovågorna stängs av återgår atomerna till sitt ursprungsläge, samtidigt som de då skapar energi i form av radiovågor. Dessa radiovågor fångar man sedan upp med en antenn som med hjälp av en dator omvandlar bilderna till en serie detaljrika tvärsnittsbilder (Strålskyddsmyndigheten, 2010). Magnetkamerans stora fördelar är att man som patient inte utsätts för joniserande strålning och att man får mycket detaljrika och högupplösta bilder (1177 vårdguiden, 2016). Nackdelar med magnetkameran är att det är en väldigt kostsam undersökning som tar lång tid (Socialstyrelsen, 2011). Det finns också risker med det starka magnetfältet. Om man har elektroniska eller metallföremål inopererat i kroppen ska man undersökas av personal innan man går in i undersökningsrummet då t.ex. pacemakers kan gå sönder och metallsplitter orsaka kroppsskador (1177 vårdguiden, 2016).



## Teoretisk referensram

Patientsäkerhet är ett uttryck som används inom vården och handlar ytterst om att skydda patienter mot vårdskador. Patientsäkerhet regleras genom patientsäkerhetslagen och enligt lagens definition av vårdskada är det när en patient drabbas av lidande, kroppslig eller psykisk skada eller sjukdom samt dödsfall som hade kunnat förhindras om man använt adekvata åtgärder vid patientens besök hos sjukvården (Socialstyrelsen, 2016).

Hög patientsäkerhet är ett fundamentalt krav inom vården och varje verksamhet ska genomsyras av ett aktivt patientsäkerhetstänkande. Varje medarbetare ska kunna utföra sitt arbete under sådana förutsättningar att en säker vård kan ges. För att upprätthålla en hög patientsäkerhet krävs det en god säkerhetskultur. Säkerhetskultur är en del av organisationskulturen, fast med värderingar och attityder relaterat till säkerhet. Säkerhetskultur kan förklaras med den risk- och säkerhetsmedvetenhet som finns i arbetet och som syftar till att tänka längre än själva handlingen (Öhrn, 2014). Tillämpningen av patientsäkerhet som röntgensjuksköterska finns delvis beskrivet i Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska (2011), där det bland annat står att man ska uppmärksamma vårdtagarens upplevelser av obehag och smärta och lindra dessa genom adekvata åtgärder. När det gäller bildtagning och strålskydd kan man läsa att man bör ha god förmåga att tillämpa kunskaper gällande optimering av kvalitet och stråldos. Att inte utsätta patienter för onödig eller för mycket strålning är en av röntgensjuksköterskans viktigaste uppgifter för att hålla en god patientsäkerhet. Det nämns också i Yrkesetisk kod för röntgensjuksköterskor (2008), där man skriver att röntgensjuksköterskan ansvarar för att minimera stråldoser vid undersökningar och behandlingar. Som röntgensjuksköterska ska man också vara öppen för att kritiskt granska sin yrkesutövning för att kunna förbättra sitt yrke och därigenom öka tillförlitligheten till vården.

## Problemområde

Åldersbestämning med hjälp av radiologiska metoder är något man har använt sig av i många år. Vissa av metoderna är väl utarbetade och har använts så länge som 50-60 år med vissa uppdateringar, medan andra är nyligen framtagna och kräver forskning. De senaste åren har frågan om åldersbestämningar varit blockerad i Sverige och det finns teorier om att det är därför nära hälften av alla ensamkommande som anlände till Europa 2015 (drygt 35000) valde just Sverige. Att definieras som barn ger många förmåner för de ensamkommande där individer under 18 år ges större chans till uppehållstillstånd och bättre omsorg. Man erbjuds även skolgång, får en god man och en snabbare asylprocess. Hur många som definieras som minderåriga har en stor inverkan på statens kostnader. Detta eftersom boendet och stödet för minderåriga är väsentligt dyrare än för de som räknas som vuxna. Kostnaden 2017 för ensamkommande barn beräknas till nära 27 miljarder kronor. Det är problematiskt att vuxna registreras som barn och placeras hos unga, likaså är det problematiskt att barn registreras som vuxna och därmed mister alla sina rättigheter. Vill vi åldersbestämma och samtidigt upprätthålla lag och ordning krävs en hög tillförlitlighet hos metoderna som används eftersom felbedömningar kan vara förödande i rättsfall.

## Syfte

Syftet med denna litteraturstudie är att beskriva diagnostisk träffsäkerhet mellan olika modaliteter vid radiologisk undersökning för åldersbestämning av unga individer (ca 18 år) i samband med rättsfall.

## Metod

### Vald metod

Denna studie klassificeras som en litteraturöversikt där man undersöker kunskapsläget inom ett visst område begränsat av vårt syfte (Friberg, 2012). Arbetet är baserat på elva artiklar, samtliga med kvantitativ ansats. Sju artiklar handlar om åldersbestämning med hjälp av konventionell röntgen där fokus ligger på atlasmetoden framställd av Greulich & Pyle. Två artiklar fokuserar på åldersbestämning med hjälp av MR-bilder på hand och handled. De två sista artiklarna handlar om åldersbestämning med hjälp av CT-bilder på nyckelbenet.

### Litteratursökning

Det första som gjordes i sökandet efter relevanta vetenskapliga artiklar var att söka i databaserna PubMed och Scopus. PubMed är en databas i service av National Library of Medicine och omfattar ämnen som medicin, biomedicin, omvårdnad m.m. (Göteborgs universitetsbibliotek, 2013). National Library of Medicine är världens största biomedicinska bibliotek (U.S. National Library of Medicine, 2017). Scopus är en multidisciplinär databas som omfattar ämnen som medicin, teknik, samhällsvetenskap m.m. Scopus levereras av Elsevier som är en världsledande organisation när det kommer till att förmedla kunskap till en rad olika discipliner (Elsevier, 2017). Sju artiklar hittades i PubMed, sex av dessa hittades med sökorden *Skeletal* och *Age Determination*. Detta gav väldigt många träffar där mycket av innehållet inte var relevant för syftet men efter att ha sållat igenom ett antal artiklar så kunde sex relevanta artiklar erhållas. Den sjunde artikeln från PubMed hittades drygt ett år innan med hjälp av sökorden *Radiography*, *Age estimation* och *Hand*. Tre artiklar hittades i databasen Scopus genom sökorden *Radiography*, *Age estimation* och *forensic*. Tillägget av sökordet *forensic* riktade mer in sökningen efter syftet jämfört med sökningen i PubMed.

Den enda begränsningen som gjordes var *English* på den äldre sökningen i PubMed. Utöver detta gjordes inga begränsningar i databaserna men självklart sorterades alla icke-svenska/engelska artiklar bort manuellt och åtanke lades i att välja nyare artiklar framför äldre.

Sökningen i de två databaserna resulterade i tio artiklar. Efter att ha undersökt några av de valda artiklarnas referenslistor kunde vi manuellt söka upp ytterligare tre relevanta artiklar. En av de två sista artiklarna av våra totalt femton hittades genom att undersöka referenser i en Wikipedia artikel, den sista fick vi av vår handledare. Dessa sekundärartiklar plockades från PubMed vilket betyder att de uppfyller en lämplig kvalitetsnivå.

### Kvalitetsgranskning och analys

Artiklarna kvalitetgranskades efter Fribergs (2012) frågor vid granskning av kvantitativa artiklar. Fyra artiklar valdes bort eftersom de inte svarade på syftet.

I fyra av de elva valda artiklarna finns ingen information om att de är etiskt granskade och författarna uppger inte någon anledning till att det saknas.

Artiklarna lästes igenom minst två gånger av varje författare och en sammanfattning av artiklarna sammansattes (Bilaga 3) med hjälp av Willman, Stoltz och Bahtsevanis (2011) protokoll. Artiklarnas resultat sorterades in i tre huvudteman efter modalitet. Ur huvudtemat som belyser konventionell röntgen kunde ett subtema urskiljas. Huvudtemat och subtemat beskrivs vidare under rubriken "Resultat".

## Resultat

### Konventionell röntgen

I studien av Schmidt, Nitz, Ribbecke, Schulz, Pfeiffer och Schmelting (2013) jämförde man olika metoder för åldersbestämning i rättsfall, metoder som vanligtvis tillämpas på bilder tagna med konventionell röntgen. Man jämförde atlasmetoderna av Greulich & Pyle, Thiemann och Gilsanz & Ratib med de benspecifika metoderna av Tanner och Roche. Alla metoders tillförlitlighet att korrekt åldersbestämma jämfördes med varandra. Röntgenbilder från 48 pojkar och 44 flickor bedömdes retrospektivt av två utredare utan kunskap om den kronologiska åldern. Atlasmetoderna av Greulich & Pyle och Thiemann och den benspecifika metoden av Roche visade en bra korrelation mellan den fastställda skelettåldern och den kronologiska åldern i båda könen. Metoden av Tanner visade en bra korrelation bland pojkar men signifikant sämre korrelation visades hos flickor. Det framgick att alla atlasmetoder och den benspecifika metoden av Roche applicerade på flickor blev konsistent bedömda av de båda utredarna medan metoden av Tanner höll en signifikant lägre kvalitet. Bland pojkar kunde man se en konsistent bedömning framförallt när atlasmetoden av Greulich & Pyle användes och den benspecifika metoden av Roche användes. Forskarna rekommenderar att atlasmetoderna av Greulich & Pyle och Thiemann bör användas i rättsfall eftersom de har en stor referenspopulation vilket minimerar risken att felbedöma åldern hos individer.

### Greulich & Pyle

De Donno, Santoro, Lubelli, Marrone, Lozito och Introna (2013) studerade hur tillförlitlig Greulich & Pyle var för åldersbestämning av 300 italienska tonåringar. 300 konventionella röntgenbilder av vänster hand och handled införskaffades från individer i åldrarna 10-20 år och bedömdes av fyra olika utredare. Den genomsnittliga kronologiska åldern bland individerna var 12.3 år och den bedömda genomsnittliga skelettåldern var 12.09 år, detta betyder att det inte är någon statistisk signifikant skillnad mellan den kronologiska åldern och den bedömda åldern. Ingen signifikant skillnad kunde ses mellan bedömningarna hos de olika utredarna. Man kunde se ett samband mellan den kronologiska åldern och den bedömda åldern i 61 % av fallen medan i 39 % av fallen kunde man se en felmarginal på mer eller mindre än 13 månader. Dessa 39 % kunde dock räknas bort eftersom det visade sig att dessa led av hormonella och metaboliska defekter som påverkade bentillväxten. De Donno et al. (2013) menar att Greulich & Pyle kan användas till en Italiensk population men att man måste ta hänsyn till eventuell felmarginal på mer eller mindre än 13 månader. I rättsfall är det rimligt att komplettera med ytterligare metoder som TW2 för att bättre säkerställa rätt ålder hos individen (De Donno et al. 2013). Ett liknande resultat framfördes i studien av Moradi, Sirous och Morovatti (2012) där man undersökte hand och handleds röntgenbilder från 425

iranska individer i åldrarna 6 till 18 år. Bilderna bedömdes enligt Greulich & Pyle av en radiolog.

Den genomsnittliga kronologiska åldern bland individerna var 12.4 år och den genomsnittliga bedömda skelettåldern var 12.15 år. Skillnaden mellan dessa två parametrar var 0.25 år. Studien visade att den bedömda genomsnittliga skelettåldern bland pojkar var 4.5 månader mindre än den kronologiska åldern medan hos flickor var den genomsnittliga bedömda skelettåldern 0.5 månader högre än den kronologiska åldern. Studien visade att Greulich & Pyle skulle kunna användas på en iransk population men att det kan finnas en felmarginal på ett par månader (Moradi et al. 2012).

Ett mindre positivt resultat kunde ses i studien av Zhang, Sayre, Vachon, Liu och Huang (2009) där man retrospektivt bedömde 1390 hand och handleds röntgenbilder från asiatiska, afroamerikanska, vita och latinamerikanska barn i åldrarna 0 till 18 år. Bilderna bedömdes separat av två radiologer enligt Greulich & Pyle, radiologerna hade ingen information om barnens ålder eller etnicitet. Man kunde se en signifikant överskattning av skelettålder bland asiatiska och latinamerikanska barn av båda könen. Det kunde ses en signifikant underskattning av skelettålder hos vita flickor, medan hos vita pojkar och afroamerikanska barn av båda kön kunde man inte se en signifikant skillnad mellan den bedömda skelettåldern och den kronologiska åldern. Zhang et al. (2009) menar att det finns etniska skillnader i skelettmognaden som Greulich & Pyle inte tar hänsyn till. Åldersbestämning med Greulich & Pyle atlas kan förbättras genom att ta hänsyn till individens etnicitet (Zhang et al. 2009).

Patil, Parchand, Meshram & Kamdi (2011) undersökte ifall Greulich & Pyle är applicerbar på indiska barn. Röntgenbilder av vänster hand och handled från 375 barn i åldrarna 0 till 19 år bedömdes av tre utredare. Bland pojkar var den bedömda skelettåldern mindre än den kronologiska åldern i alla åldersgrupper och skillnaden är större än 1 år i åldersgruppen 7 till 12 år. Den största skillnaden mellan den bedömda skelettåldern och kronologiska var i åldern 8 till 9 år där underskattningen av skelettålder var 2.11 år. Detta indikerar att skelettmognaden är fördröjd bland pojkar från 2 till 19 år och den högsta fördröjningen kan ses i sena barndomen (8-13 år) med 1.33 år. Bland flickor stämde den bedömda skelettåldern och den kronologiska åldern fram till 2 års åldern. Efter 2 års åldern kunde man se en fördröjning av skelettmognaden med 0.2-0.8 år ändå fram till 19 år, i åldersgruppen 4 till 5 år kunde man dock se en förhöjd skelettmognad med 0.22 år. Högsta fördröjning hos flickor kunde ses i åldrarna 4 till 8 med 0.52 år. Patil et al. (2011) anser att Greulich & Pyle inte tillförlitligt kan användas för att åldersbestämma indiska barn (Patil et al. 2011).

Büken, Safak, Yazici, Büken och Mayda (2007) undersökte ifall Greulich & Pyle tillförlitligt kunde användas för att åldersbestämma turkiska barn i rättsfall. Hand och handleds röntgenbilder från 492 barn mellan 11 och 20 år bedömdes av tre separata utredare. För flickor var den genomsnittliga kronologiska åldern 14.52 år och den genomsnittliga bedömda skelettåldern var 15.06. Skillnaden mellan dessa parametrar är statistiskt signifikant. Bland de 241 flickorna var den bedömda skelettåldern lägre än den kronologiska åldern i 19 fall (7.9%), lika i 58 (24.1%) och högre än den kronologiska åldern i 164 (68%). Bland pojkarna var den genomsnittliga kronologiska åldern 15.28 år och den genomsnittliga bedömda skelettåldern var 15.41. Skillnaden mellan dessa parametrar anses inte statistiskt signifikant. Bland de 251 pojkarna var den bedömda skelettåldern lägre än den kronologiska åldern i 52 fall (20.7%), lika i 84 (33.5%) och högre än den kronologiska åldern i 115 (45.8%). Enligt Greulich & Pyle metod var skelettmognaden förhöjd (0.17-1.1 år) i de flesta åldrar. Büken et al. (2007) anser att Greulich & Pyle kan användas i medicinskt syfte men i rättsfall där

felbedömningar inte skall förekomma bör metoden användas med försiktighet (Büken et al. 2007).

En annan turkisk studie av Koc, Karaoglanoglu, Erdogan, Kosecik och Cesur (2001) visade ett liknande resultat. 225 röntgenbilder av vänster hand och handled från friska pojkar mellan 7-17 år bedömdes av tre utredare enligt Greulich & Pyle. I åldersgruppen 7 till 13 år kunde man se en fördröjning av den bedömda skelettåldern i respektive år med 0.61, 0.72, 0.54, 0.39, 0.25, 0.39 och 0.32 år jämfört med den kronologiska åldern. I åldersgruppen 14-17 år kunde man se en förhöjning av den bedömda skelettåldern i respektive år med 0.13, 0.01, 0.89 och 0.52 år. Resultatet tyder på att turkiska pojkar har ett annorlunda tempo i skelettmognaden jämfört med de amerikanska barn som Greulich & Pyle baserades på. Koc et al. (2001) anser att Greulich & Pyle inte är helt tillförlitlig för turkiska pojkar men kan användas med viss modifikation (Koc et al. 2001). Tabell 1 visar den genomsnittliga skillnaden i år mellan olika etniciteter från de studier där Greulich & Pyle har använts. Ett litet värde betyder att skillnaden mellan den kronologiska åldern och den bedömda skelettåldern är låg medan ett högt värde innebär att en större skillnad mellan parametrarna kan ses.

### Tabell 1

Genomsnittlig skillnad i år mellan kronologisk ålder och bedömd skelettålder bland olika etniciteter.

Etnicitet	KÅ & SÅ Pojkar	KÅ & SÅ Flickor
Afroamerikansk	0.02	0.03
Asiatisk*	0.41	0.24
Europeisk*	0.01	0.15
Indisk	0.7	0.33
Iransk	0.37	0.04
Italiensk	0.31	0.21
Latin amerikansk*	0.3	0.24
Turkiska	0.13	0.56

(KÅ= Kronologisk ålder, SÅ= Bedömd skelettålder. \*= bosatt i USA).

### Datortomografi

I studien av Pattamapasong, Madla, Mekjaidee och Namwongprom (2014) ville man fastställa nyckelbenets utveckling hos en thailändska population med hjälp av CT-bilder. Två radiologer bedömde förbeningsprocessen hos 409 individer efter 5-stegs klassificeringen av Schmeling. Steg 2 och 3 underklassificerades enligt Kellinghaus för att utöka tillförlitligheten i åldersbestämningen (se s.2 för info om Schmeling). Statistisk signifikant skillnad mellan könen kunde ses vid steg 2a som mognade 17 månader tidigare hos kvinnor jämfört med männen. Genomsnittlig ålder där steg 2a kunde ses var 15.2 år hos män och 16.6 år hos kvinnor. Steg 4 kunde tidigast ses vid 18.1 år hos män och 19.5 år hos kvinnor. Medelåldern

för de med steg 4 var 25.3 år för män och 24.0 år för kvinnor. Steg 5 sågs tidigast vid 22 år hos män och 23 år hos kvinnor. Europeiska studier med en kaukasisk population har visat att steg 4 inte uppnås innan 21 års ålder.

Denna studie på en thailändsk population visade att steg 4 kunde ses vid 18 års ålder och steg 5 vid 22 års ålder därför borde steg 4 och 5 i en thailändsk population representera en ålder högre än 18 and 20 år. Pattamapaspong et al. (2014) anser att CT är en användbar metod för att åldersbestämma ungdomar men att de olika stegen av Schmeling borde representera olika åldrar i en thailändsk population jämfört med en kaukasisk population (Pattamapaspong et al. 2014).

Franklin och Flavel (2014) utvärderade hur väl Schmeling 5-steps klassificering kunde användas till en population från västra Australien. 333 CT-bilder från individer i åldrarna 10 till 35 år analyserades av författarna. Steg 4 kunde tidigast ses vid 21 år hos män och 20 år hos kvinnor. Detta representerar dock bara 1.6% av alla män som bedömdes med steg 4 och 2.2% av alla kvinnor. Medelåldern för individer bedömda med steg 4 var 26.65 för män och 26.15 för kvinnor. Epifysärr (steg 4) kunde ses hos individer över 30 år hos båda könen. Inga tecken av epifysen (steg 5) kunde tidigast ses vid 24 år hos män och 25 år hos kvinnor. Den senaste åldern där ingen sammanslagningen (steg 2 och mindre) kunde ses var 22 år för män och 21 år för kvinnor, detta representerar 2.9% av männen och 3.6% av kvinnorna som bedömdes med steg 2. Genomsnittsåldern för individer bedömda med steg 2 var 18.24 år för män och 17.30 år för kvinnor (Franklin et al. 2014).

Genom att lägga ihop parametrar och med hjälp av Nphases2 programme kunde man räkna ut en genomsnittlig övergångsålder mellan de olika stegen av Schmeling. För män skedde den genomsnittliga övergången från steg 1-2 vid 16.39 år, steg 2-3 vid 20.60, steg 3-4 vid 22.24 och steg 4-5 vid 38.31. För kvinnor skedde övergången från steg 1-2 vid 15.24 år, steg 2-3 vid 19.13, steg 3-4 vid 21.38 och steg 4-5 vid 31.66. Franklin et al. (2014) anser att studien visar att klassificeringssystemet av Schmeling är tillförlitligt för att användas till åldersbestämning med hjälp av bilder tagna med CT (Franklin et al. 2014).

## Magnetkamera

I studien av Serinelli et al. (2015), ville man fastställa hur tillförlitlig Tomei's MR atlasmetod är genom att analysera hand och handledsbilder. Två separata utredare analyserade bilder tagna på 77 italienska pojkar och 74 italienska flickor i åldrarna 12-19 år. Bedömningen utgick ifrån Tomei's MR-metod som är ett graderingssystem där man analyserar enskilda ben i vänster hand och handled och skaffar sig en helhetsbild av skelettåldern genom att undersöka diverse kriterier i varje ben. Man kom fram till att skillnaden mellan kronologisk ålder och skelettålder inte var statistiskt signifikant. T.ex. hade de 8 pojkar som ansågs ha en skelettålder på 17.00-17.99 år ha en genomsnittlig kronologisk ålder på 17.646 år där den yngsta som bedömdes i denna kategorin var 17.42 år och den äldsta var 17.92 år. De 16 pojkar som bedömdes i kategorin 18.00-18.99 år hade en genomsnittlig kronologisk ålder på 18.19 år där den yngsta som bedömdes i denna kategorin var 16.42 år och den äldsta var 19.08 år. De 11 flickor som bedömdes i kategorin 17.00-17.99 år hade en genomsnittlig ålder på 17.2 år där den yngsta som bedömdes i denna kategorin var 16.33 år och den äldsta 17.75 år. De 5 flickor som bedömdes i kategorin 18.00-18.99 hade en genomsnittlig ålder på 18.52 år där den yngsta var 18 år och den äldsta var 18.83 år. Serinelli et al. (2015), anser att denna metod kan anta en viktig roll för åldersbestämning i rättsfall eftersom man såg en god korrelation mellan kronologisk ålder och skelettålder (Serinelli et al., 2015).

Timme et al. (2016), utvärderade hur väl Schmelting 5-steps klassificeringssystem med hjälp av Kellinghaus underklassificeringar kunde användas för att avgöra om en person är över 18 år. Två extra steg framställdes för denna studien för att underklassificera benutvecklingen ytterligare (steg 4a och 4b). 668 MR-bilder av vänster handled från 333 kvinnor och 335 män i åldrarna 12-24 år analyserades av två utredare. Den yngsta mannen som kunde tilldelas steg 4b var 18.6 år där genomsnittsåldern för de 81 män som tilldelades detta steg var 22.3 år. Den yngsta kvinnan som tilldelades steg 4b var 16.8 år och genomsnittsåldern för de 70 kvinnor som tilldelades detta steg var 21.9 år. Ingen man eller kvinna under 18 år kunde tilldelas steg 5. Den yngsta mannen som tilldelades steg 5 var 23.1 år och den yngsta kvinnan var 22.3 år. Steg 4a kunde tidigast ses vid 17.3 år hos män där genomsnittsåldern för de 82 som tilldelades detta steg var 21.3 år. Hos kvinnor kunde 4a ses tidigast vid 15.9 år och genomsnittsåldern för de 94 som tilldelades detta steg var 21.1 år. Timme et al. (2016), anser att studien potentiellt kan presentera ett nytt kriterium för att avgöra om en man har fyllt 18 år eller inte. Fler studier borde göras som undersöker om steg 4b tillförlitligt kan avgöra om en man har fyllt 18 år (Timme et al., 2016).

Stage	Description
I	The epiphysis has not ossified.
II	The epiphysis has ossified, the epiphyseal cartilage has not ossified.
IIa	The length of the epiphyseal ossification centre is one third or less of the width of the end of the metaphysis.
IIb	The length of the epiphyseal ossification centre is between one and two thirds of the width of the end of the metaphysis.
IIc	The length of the epiphyseal ossification centre is more than two thirds of the width of the end of the metaphysis.
III	The epiphyseal cartilage has partially ossified.
IIIa	The epiphyseal-metaphyseal fusion fills one third or less of the former gap between the epiphysis and metaphysis.
IIIb	The epiphyseal-metaphyseal fusion fills between one and two thirds of the former gap between the epiphysis and metaphysis.
IIIc	The epiphyseal-metaphyseal fusion fills more than two thirds of the former gap between the epiphysis and metaphysis.
IV	The epiphyseal cartilage has fully ossified, the epiphyseal scar is still visible.
IVa	A series of one hypointense, one hyperintense and one hypointense band is visible at the site of the former epiphyseal plate.
IVb	The epiphyseal scar is the only structure visible at the site of the former epiphyseal plate.
V	The epiphyseal cartilage has fully ossified, no epiphyseal scar is visible.

Bilden visar de steg som skelettmognaden klassificerades efter (Timme et al., 2016).

## Diskussion

### Metoddiskussion

Examensarbetet är en allmän litteraturoversikt, vilket var den metod som bäst lämpade sig för att beskriva det rådande forskningsläget inom radiologisk åldersbestämning i rättsfall. Fokus

lades på artiklar som studerade åldersbestämning med konventionell röntgen där Greulich & Pyle användes.

Greulich & Pyle är den mest etablerade metoden i världen och det är den metod som främst används i Sverige (SFPR, 2014). Många metoder som används för åldersbestämning kan användas till medicinska fall där det t.ex. råder någon form av utvecklingsstörning av skelettet. Sökandet av artiklar gav många träffar om just medicinsk åldersbestämning även när sökningen riktades in på just rättsfall.

Fyra artiklar kommer från Europa, varav två från Italien och två från Tyskland. Två artiklar kommer från USA och Australien. Två artiklar kommer från Turkiet. De tre sista kommer från Indien, Iran och Thailand. Man kan anta att de sex artiklar som härstammar från västerländska länder håller en liknande sjukvårdskvalitet som Sverige och eventuellt liknande forskningskvalitet. Även om kvalitetsgranskningen inte fann några fatala brister bland de andra artiklarna så kanske det finns andra fundamentala brister i länderna som kan ha påverkat deras resultat. Fördelen med många ursprungsländer är att det breddar mängden etniciteter som undersöks, där vårt resultat har visat att det finns vissa skillnader på skelettmognaden mellan olika etniciteter. Majoriteten av artiklarna är från 2014-2016 men tre artiklar är utföra 2001, 2007 och 2009. Dessa artiklar studerar dock Greulich & Pyle som är en väletablerad atlasmetod som först utgavs redan 1950 (Büken et al. 2007). Därför antas det att åldern på dessa tre artiklar inte innebär någon kvalitetsbrist för detta examensarbete.

I fyra artiklar uppgav inte författarna huruvida studien är etiskt godkänd eller inte. Om de är etiskt godkända bara att författarna inte har angivit detta eller om de verkligen inte är etiskt godkända kan diskuteras. En av artiklarna från Tyskland är retrospektiv och undersöker äldre redan tagna röntgenbilder vilket kanske innebär att en etisk granskning inte är lika viktig. De tre andra artiklarna från Italien, Indien och Turkiet är oförklarliga till varför de inte är granskade men i vilket fall så anses inte detta påverka resultatet i denna litteraturstudie.

## Resultatdiskussion

### Konventionell röntgen

Zhang et al. (2009) visade i sin studie att den kronologiska åldern och skelettåldern stämde bra överens bland vita och afroamerikanska barn. Hos asiatiska och latinamerikanska barn kunde man se en statistisk signifikant skillnad mellan dessa parametrar där skelettåldern generellt överskattades. Detta tyder på att skelettet mognar fortare hos asiatiska och latinamerikanska barn jämfört med vita och afroamerikanska. Pattamapaspong et al. (2014) visade i sin studie att en thailändsk populations nyckelben mognar fortare än en kaukasisk population som tidigare har studerats. Ingen information om individernas socioekonomiska bakgrund registrerades i studien men det nämns att Thailand är ett land där inkomsterna är medelhöga. Patil et al. (2011) kom fram till att indiska barn har en fördröjd skelettmognad jämfört med den kronologiska åldern. En tidigare studie nämns som har studerat förbeningen i hand och handled med ekonomisk utveckling och modernisation av sjukvård. Man kunde i den studien se att relativt hög ekonomisk utveckling och modern sjukvård leder till snabbare förbeningsprocess. De två turkiska studierna av Büken et al. (2007) och Koc et al. (2001) kom båda fram till att turkiska barn har ett annorlunda tempo i skelettmognaden jämfört med de barn som Greulich & Pyle baserades på. Büken et al. (2007) undersökte i sin studie individernas vikt, längd och han tog även reda på inkomsten för deras familjer. Ingen avvikande vikt eller längd kunde påvisas. Ca 95 % av familjerna tjänade under



medelinkomsten i regionen som de rekryterades från och ca 40 % av dessa tjänade även under minimilönen för regionen.

Büken et al. (2007) anser dock att deras förhållande inte är dåliga nog för att påverka bentillväxten och att populationen därför bör anses normal. Moradi et al. (2012) kom fram till att Greulich & Pyle kunde användas till en iransk population. Socioekonomisk bakgrund mättes ej i studien men populationen rekryterades från Isfahan som är en stor stad i centrala Iran, därför kan det antas att individernas socioekonomiska bakgrund är genomsnittlig för Iran. De Donno et al. (2013) ansåg att Greulich & Pyle kunde användas till en italiensk population (De Donno et al. 2013). Ingen hänsyn togs till socioekonomisk bakgrund i denna studie men man kan anta att levnadsstandarden i Italien är hög nog för att inte påverka bentillväxten negativt. Författarna av denna litteraturstudie och författarna av de flesta av våra studier anser att det troligen finns genetiska faktorer och miljöfaktorer som påverkar bentillväxten. Resultatet från denna litteraturstudie stärker detta antagande. Man kan därför fundera över hur tillförlitlig metoden av Greulich & Pyle är och hur patientsäkert det är att använda den i rättsfall där felbedömningar kan vara förödande för individens framtid.

Fördelar med Greulich & Pyle är att den är enkel att använda och att det går fort att göra en bedömning samt att den är någorlunda säker (Cunha et al., 2009). Den effektiva strålningsdosen man utsätts för när man gör en hand och handledsröntgen är 0.003 mSv vilket innebär en risk för dödlig cancer i 1 av 5,460,000 fall. Vissa anser att denna dos är obetydlig men det finns de som anser att strålning ej ska användas förutom i diagnostiska och terapeutiska syften (Serenelli et al., 2015).

I åldersbestämningsfall är risken för cancer större eftersom individerna som röntgas oftast är i de yngre åldrarna (Serenelli et al., 2015). För att minimera stråldosen är det viktigt att som röntgensjuksköterska följa ALARA principen som innebär att all bestrålning vid användning av strålkällor ska begränsas så mycket som det är möjligt, med hänsyn till ekonomiska och sociala faktorer (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2013). Detta är något som den yrkesetiska koden för röntgensjuksköterskor stödjer: "Röntgensjuksköterskan ansvarar för att minimera stråldoser vid undersökningar och behandlingar." Koden belyser också vikten av att respektera och skydda individens integritet och värdighet (Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor, 2008). Detta är något som är aktuellt att tänka på när det rör sig om åldersbestämning i rättsfall.

## **Datortomografi**

Franklin et al. (2014) studerade hur väl Schmelings fem-steps klassificering kunde användas för att bedöma benutvecklingen i nyckelbenet och för att generera åldersspann för när de olika stadierna i benutvecklingen inträffar. Genom att räkna på t.ex. Cohen's kappa koefficient kunde författarna få en bild om hur väl de båda gav samma bedömning till samma individ. De kollade även om de kunde bedöma 50 individer fyra veckor efter den initiala bedömningen och uppnå konsistenta svar. Det visade sig att de båda gav likadan bedömning i ca 95% av fallen och att de i 92% av de 50 individerna gav lika bedömning efter fyra veckor. Franklin (2014) säger att detta är likartad med andra studier men att deras siffror är snäppet bättre eftersom de båda har mycket erfarenhet inom området kombinerat med att bilderna hade tunna snitt (75 % av bilderna hade  $\leq 1$  mm snittjocklek). Wittschieber et al. (2014), studerade hur mycket erfarenhet betyder när man gör åldersbestämning av nyckelbenet med Schmelings system. Resultatet visade att bedömarens kvalifikationer spelade en stor roll där kunskap om olika anatomiska variationer av epifysplattan i nyckelbenet anses var det viktigaste att kunna.

Pattamapaspong et al. (2014) mätte inte i sin studie hur väl de båda radiologerna kom överens men de hade båda mycket erfarenhet (10 och 3 år).

De bedömde nyckelben rutinartat för diverse preoperativa utvärderingar. Pattamapaspong et al. (2014) nämner många misstag man kan göra när man bedömer nyckelbenen och hur man kan motverka dessa t.ex. Att steg 4 misstas för 5 för att man inte har tunnare snitt än 1 mm, att man inte noga undersöker alla plan i bilderna och för att man inte har de rätta inställningarna i bildvisningsprogrammet (Pattamapaspong et al. 2014). Utifrån rådande data verkar det som att metoden av Schmeling applicerat på nyckelben kräver relativt mycket erfarenhet. Författarna av denna litteraturstudie anser att detta är något som påverkar tillförlitligheten av metoden negativt.

Enligt Strålsäkerhetsmyndigheten (2011) kan strålningsdosen vid en CT undersökning vara 100 gånger högre än vid konventionell röntgen. Pattamapaspong et al. (2014) skriver att dosen för CT bildtagning av nyckelben är ca 0.6-0.8 mSv, detta kan jämföras med dosen av nyckelben med konventionell röntgen som är 0.2 mSv. Dock är detta längre än andra CT undersökningar som t.ex. 2 mSv för undersökningar av huvud och 11 mSv för en kombinerad undersökning av bröstorg, buk och bäcken. Även en förhållandevis låg strålningsdos kan anses obefogad av vissa om det inte finns en medicinsk grund för beslutet som t.ex. I brottsutredningar där åldern på gärningsmannen är okänd (Pattamapaspong et al. 2014). Den högre strålningsdosen av CT är något som författarna av denna litteraturstudie anser är en brist när det kommer till patientsäkerheten.

Enligt Greulich & Pyle atlas är handskelettet fullt utvecklat vid 19 års ålder i genomsnitt och kan då inte ge någon användbar information (SFPR, 2014). Att kolla på förbeningen av nyckelbenet är därför viktigt hos individer som tros vara över 18 år. Ifall en individ innehar ett steg 4 nyckelben kan det antas att personen är över 20 år ifall denna är en kvinna och över 21 år ifall denna är en man. (Schmeling et al. 2006). Något som resultatet från detta examensarbete stärker är att de olika stegen framställda av Schmeling representerar olika åldrar. En person med ett steg 4 nyckelben kan med säkerhet antas vara över 18 år. Ingen person under 18 år i båda studierna som undersöktes kunde ses med ett steg 4 nyckelben och det är värt att notera att medelåldern för de med steg 4 i båda studierna var ungefär 25 år. Dock sågs vissa klassificeringssteg i tidigare åldrar i den thailändska populationen jämfört med australienska populationen vilket ännu en gång tyder på att det kan finnas genetiska faktorer och miljöfaktorer som påverkar benutvecklingen.

## **Magnetkamera**

Serinelli et al. (2015), studerade hur väl MR atlasmetoden av Tomei kunde användas för att bedöma korrelationen mellan bedömd skelettålder och kronologisk ålder med hjälp av MR. Resultatet visade som sagt en god korrelation mellan den bedömda skelettåldern och den kronologiska åldern. Standardavvikelsen i åldersgruppen 13-16 år var 0.1 till 0.9 år. Schmidt et al. (2008) applicerade Greulich & Pyle på konventionella röntgenbilder av händer i samma åldersgrupp och fick fram en standardavvikelsen på 0.3 till 1.7 år. De Donne et al. 2013 kom fram till att det fanns en eventuell felmarginal med Greulich & Pyle på mer eller mindre än 13 månader. Serinelli et al. (2015), anser att metoden av Tomei visar goda resultat och skulle kunna användas i framtiden men att den för tillfället är otestad (Serinelli et al., 2015).

Att Timme et al. (2016), skapade två ytterligare bedömningssteg (steg 4a och 4b) beror på en äldre studie av Schmidt et al. (2015). Schmidt et al. (2015) undersökte fotbollsspelare mellan

18 och 22 år för att undersöka ifall åldersbestämning enligt Schmeling och Kellinghaus kunde appliceras på MR-bilder av vänster handled.

Man kunde inte med säkerhet fastställa i studien att en person hade uppnått 18 års åldern efter klassificeringsstegen av Schmeling och Kellinghaus. Schmidt et al. (2015) såg dock små variationer i epifysärren, en stratifiering av ärret som kunde ses på olika platser. Timme et al. (2016), skapade de två extra stegen utifrån denna upptäckten där 4a betydde att en stratifiering kunde ses och 4b betydde att ett epifysärr utan stratifiering kunde ses. Målet med Timme et al. (2016), studie var att undersöka ifall dessa två steg kunde användas för att bedöma att en individ är över 18 år eller inte. Resultatet visade att man hos män tidigast såg steg 4b vid 18.6 år, det betyder att detta extra steg kan spela en roll i att bedöma ifall en man är över 18 eller inte. Timme et al. (2016), uppger att tidigare studiers resultat som undersöker åldersbestämning av handleds MR-bilder är svåra att jämföra denna studie med eftersom olika klassificeringssystem har använts. Studien av Schmidt et al. (2015) är den där det kunde göras någon form av jämförelse. Timme et al. (2016) anser att mer forskning behövs för att utvärdera dessa nya klassificeringssteg (Timme et al., 2016). Författarna av denna litteraturstudie anser att en metod där strålning inte används är att föredra men av de båda metoderna av Tomei och Schmeling (för MR) kanske inte är tillräckligt utvärderade för att användas i verkliga rättsfall ännu. Detta innebär att tillförlitligheten för metoderna påverkas negativt.

Likt CT-studien av Franklin et al. (2014) räknade Timme et al. (2016), med hjälp av Cohen's kappa koefficient ut skillnaden mellan utredarnas bedömningar. Det visade sig att utredarna bedömde väldigt snarlikt vilket tyder på att metoden är applicerbar i verkligheten. Franklin et al. (2014) resonerade att metoden av Schmeling kräver mycket erfarenhet när den appliceras på nyckelben. Timme et al. (2016), skriver inget om att metoden kräver mycket erfarenhet i sin studie (Timme et al., 2016). Författarna av denna litteraturstudie antar att det krävs liknande erfarenhet för att applicera metoden på MR-bilder av handleden som med CT-bilder av nyckelbenet. Detta är något som kan påverka tillförlitligheten av metoden negativt.

En fördel med MR är att ingen strålning används och att man kan bedöma broskstrukturer som också förändras under skelettmognaden. Även om dosen för en handröntgen bara är 0.003 mSv så finns det flera europeiska och internationella organisationer som anser att strålning inte ska användas i onödan. International Agency of Atomic Energy (IAEA) säger bland annat att strålning som inte används till något medicinskt ändamål måste noggrant rättfärdigas. Om en öppen lågenergi magnetkamera används kan man undvika problem som klaustrofobi och man kan minimera risker med metallsplitter genom att bara placera den undersökta handen i magnetfältet. Nackdelar med MR är den höga kostnaden, risk för artefakter, kontraindikationer för att utföra MR, och att antalet maskiner är begränsat jämfört med andra metoder (Serinelli et al., 2015). Författarna av denna litteraturstudie anser att MR är den mest patientsäkra metoden ifall nödvändiga försiktighetsåtgärder följs innan undersökningen.

## Slutsats

Greulich & Pyle är en utarbetad och lättanvänd metod men det finns brister som gör den begränsad i rättsfall där felbedömningar ej får ske. Hänsyn till olika etniciteter tas inte trots att resultatet visar att det finns skillnader som ej grundar sig i socioekonomisk bakgrund. I rättsfall bör metoden användas med försiktighet och gärna tillsammans med andra metoder.

Greulich & Pyle bör uppdateras så man i framtiden kan göra mer tillförlitliga bedömningar på individer med olika etniciteter.

Metoderna av Schmelting och Tomei visar god potential men de kan behöva ytterligare utvärdering för att säkert kunna användas i rättsfall. CT är en modalitet som kan producera högupplösta bilder men strålningen som man utsätts för är inte berättigad i rättsfall. MR ger högupplösta bilder utan användning av strålning, detta gör modaliteten lämplig för användning i rättsfall. Dock finns det brister att ta hänsyn till t.ex. Att den är kostsam, utbudet av maskiner är begränsat och det finns kontraindikationer för att utföra en MR undersökning. Litteraturöversikten visar att ingen metod kan användas utan en viss felmarginal.

Vidare forskning bör framförallt fokusera på MR eftersom den ger högupplösta bilder där ingen joniserande strålning används och de metoder som används till åldersbestämning har visat en relativt god tillförlitlighet.

## Referenslista

- 1177 vårdguiden. (2015). *Skelettmognadsbedömning*. Hämtad 2017-01-30 från <http://www.1177.se/Fakta-och-rad/Undersokningar/Skelettmognad/>
- 1177 vårdguiden. (2016). *Magnetkameraundersökning*. Hämtad 2017-02-23 från <http://www.1177.se/Vastra-Gotaland/Fakta-och-rad/Undersokningar/Magnetkameraundersokning/>
- Axelsson, B. (2008). Röntgen. I P. Aspelin & H. Pettersson (Red.), *Radiologi* (s. 27-30). Lund: Studentlitteratur
- Beckman, O. (2016). Supraledande magnet. I *Nationalencyklopedin*. Tillgänglig: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/supraledande-magnet>
- Björklund, PG. (2012). Magnetresonanstomografi, Kort översikt 2.2. MR-Kompendium, kursmaterial.
- Büken, B., Safak, A. A., Yazici, B., Büken, E., & Mayda, A. S. (2007). Is the assessment of bone age by the Greulich-Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish children? *Forensic Sci Int*, 173(2-3), 146-153. doi: 10.1016/j.forsciint.2007.02.023
- Cederblad, Åke. (2010). Teknik, Fysik och Strålsäkerhet i Röntgendiagnostik[Broschyr]. Göteborg: Sahlgrenska Universitetssjukhuset. Hämtad 2017-01-28 från <http://docplayer.se/5738557-Teknik-fysik-och-stralsakerhet-i-rontgendiagnostik.html>
- Cunha, E., Baccino, E., Martrille, L., Ramsthaler, F., Prieto, J., Schuliar Y., ... Cattaneo, C. (2009). The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic Sci Int*, 193(1-3), 1-13. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.09.008.
- De Donno, A., Santoro, V., Lubelli, S., Marrone, M., Lozito, P., & Introna, F. (2013). Age assessment using the Greulich and Pyle method on a heterogeneous sample of 300 Italian healthy and pathologic subjects. *Forensic Sci Int*, 229(1-3), 157.e1-157.e6 doi: 10.1016/j.forsciint.2013.03.002.
- Elsevier. (2017). *About*. Hämtad 2017-02-03 från <https://www.elsevier.com/about>
- Franklin, D., & Flavel, A. (2015) CT evaluation of timing for ossification of the medial clavicular epiphysis in a contemporary Western Australian population. *Int J Legal Med*, 129(3), 583-594. doi: 10.1007/s00414-014-1116-8.
- Friberg, F. (2012). *Dags för uppsats: Vägledning för litteraturbaserade examensarbeten* (2., [rev.] uppl. ed.). Lund: Studentlitteratur.

Göteborgs universitetsbibliotek. (2013). *PubMed*. Hämtad 2017-02-03 från <http://www.ub.gu.se/sok/db/show.xml?id=12296464>  
Göteborgs universitetsbibliotek. (2013). *Scopus*. Hämtad 2017-02-03 från <http://www.ub.gu.se/sok/db/show.xml?id=12296561>

Isaksson, M. (2011). *Grundläggande strålningsfysik* (2 uppl.). Lund: Studentlitteratur.

*Kompetensbeskrivning för legitimerad röntgensjuksköterska*. (2011). Svensk förening för Röntgensjuksköterskor. Stockholm: Vårdförbundet.

Koc, A., Karaoglanoglu, M., Erdogan, M., Kosecik, M., & Cesur, Y. (2001) Assessment of bone ages: is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatr Int*, 43(6), 662-665.

Kunskapsguiden. (2016). *Patientsäkerhet – Patientsäkerhetskultur*. Hämtad 2017-03-06 från <http://www.kunskapsguiden.se/aldre/Teman/patientsakerhetskultur/Sidor/default.aspx>

Moradi, M., Sirous, M., & Morovatti, P. (2012) The reliability of skeletal age determination in an Iranian sample using Greulich and Pyle method. *Forensic Sci Int*. 30;223(1-3) 372.e1-4. doi: 10.1016/j.forsciint.2012.08.030.

Patil, S. T., Parchand, M. P., Meshram, M. M., & Kamdi, N, Y. (2012). Applicability of Greulich and Pyle skeletal age standards to Indian children. *Forensic Sci Int*, 216(1-3) 200.e1-4. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.09.022.

Pattamapasong, N., Madla, C., Mekjaidee, K., & Namwongprom, S. (2014) Age estimation of a Thai population based on maturation of the medial clavicular epiphysis using computed tomography. *Forensic Sci Int*, 246(1-3), 123.e1-5. doi: 10.1016/j.forsciint.2014.10.044.

Schmidt, S., Koch, B., Schulz, R., Reisinger, W., & Schmeling, A. (2008). Studies in use of the Greulich-Pyle skeletal age method to assess criminal liability. *Leg Med (Tokyo)*, 10(4), 190-195. doi: 10.1016/j.legalmed.2008.01.003

Schmidt, S., Nitz, I., Ribbecke, S., Schulz, R., Pfeiffer, H., & Schmeling, A. (2013). Skeletal age determination of the hand: a comparison of methods. *Int J Legal Med*, 127(3), 691-698. doi: 10.1007/s00414-013-0845-4.

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. *Sci Justice*, 55(2), 139-144. doi: 10.1016/j.scijus.2014.12.003.

Schmeling, A., Reisinger, W., Geserick, G., & Olze, A. (2006). Age estimation of unaccompanied minors. Part I. General considerations. *Forensic Sci Int*, 15(159) Suppl 1:S61-4. Review.

Serinelli, S., Panebianco, V., Martino, M., Battisti, S., Rodacki, K., Marinelli, E., ... Tomei, E. Accuracy of MRI skeletal age estimation for subjects 12-19. Potential use for subjects of unknown age. *Int J Legal Med*, 129(3), 609-617. doi: 10.1007/s00414-015-1161-y.

Socialstyrelsen. (2011). *Indikation för magnetkameraundersökning vid knäbesvär*. Hämtad 2017-03-01 från <https://www.socialstyrelsen.se/SiteCollectionDocuments/nationella-indikationer-MR-knabesvar.pdf>

Socialstyrelsen. (2016). *Patientsäkerhet*. Hämtad 2017-03-06 från <http://www.socialstyrelsen.se/patientsakerhet>

Socialstyrelsen. (2016). *Åldersbedömning inom ramen för asylprocessen – en etisk analys*. Hämtad 2017-01-30 från <http://www.socialstyrelsen.se/publikationer2016/2016-5-28>

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2011). *Datortomografi ställer höga krav på vården*. Hämtad 2017-02-06 från <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Om-myndigheten/Tema-stralsakerhet/Stralsakerhet/Artiklar/Datortomografi-staller-hoga-krav-pa-varden/>

Strålskyddsmyndigheten. (2010). *Magnetkamera*. Hämtad 2017-02-23 från <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/Vard/Magnetkamera/>

Ståhlberg, F. & Wirestam, R. (2008). Magnetresonanstomografi. I P. Aspelin & H. Pettersson (Red.), *Radiologi* (s. 79-84). Lund: Studentlitteratur.

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2013). *Ordlista*. Hämtad 2017-02-23 från <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/start/Karnkraft/Sa-fungerar-ett-karnkraftverk/Ordlista/>

Svensk Förening för Pediatrik Radiologi (SFPR). (2014). *Instruktioner för handröntgen vid bedömning av ålder i migrationsärenden*.

Svensk Förening för Pediatrik Radiologi (SFPR). (2014). *Medicinsk åldersbedömning av barn i övre tonåren – instruktioner för barnläkarundersökning*

Svensk Förening för Röntgensjuksköterskor. (2008). *Yrkesetisk kod för röntgensjuksköterskor*. Stockholm: Vårdförbundet. [Hämtad 2017-02-23] <http://www.vardforbundet.se>

Thilander Klang, A. (2008). Datortomografifysik. I P. Aspelin & H. Pettersson (Red.), *Radiologi* (s. 71-78). Lund: Studentlitteratur

Timme, M., Ottow, C., Schulz, R., Pfeiffer, H., Heindel, W., Vieth, V., ... Schmidt, S. (2016). Magnetic resonance imaging of the distal radial epiphysis: a new criterion of maturity for determining whether the age of 18 has been completed? *Int J Legal Med*. 2016 Dec 6.

U.S. National Library of Medicine. (2017). About *the National Library of Medicine*. Hämtad 2017-02-03 från <https://www.nlm.nih.gov/about/>

Willman, S., Stoltz, P., & Bahtsevani, C. (2011). Evidensbaserad omvårdnad – En bro mellan forskning & klinisk verksamhet. Lund: Studentlitteratur.

Wittschieber, D., Schulz, R., Vieth, V., Küppers, M., Bajanowski, T., Ramsthaler, F., ... Schmeling, A. (2014). Influence of the examiner's qualification and sources of error during stage determination of the medial clavicular epiphysis by means of computed tomography. *Int J Legal Med*, 128(1) 183-191. doi: 10.1007/s00414-013-0932-6.

Zhang, A., Sayre, J. W., Vachon, L., Liu, B. J., & Huang, H. K. (2009). Racial differences in growth patterns of children assessed on the basis of bone age. *Radiology*, 250(1) 228-235. doi: 10.1148/radiol.2493080468.

Öhrn, A. (2014). *Omvårdnadens grunder Ansvar och utveckling*. Ehrenberg, A (Red)., Wallin, L (Red). Patientsäkerhet. Studentlitteratur AB.



# Bilagor

## Bilaga 1 - Söktabell

### Databas Pubmed

Datum	Sökord	Begränsningar	Antal träffar	Lästa abstract	Granskade artiklar	Valda artiklar
5/10 - 2016	Radiography AND Age estimation AND Hand	English	124	2	1	Serinelli et al. (2015)
23/01 - 2017	Skeletal AND Age Determination		14962	10	7	Schmidt et al. (2013) Moradi et al. (2012) De Donno et al. (2013)

### Databas Scopus

Datum	Sökord	Begränsningar	Antal träffar	Lästa abstract	Granskade artiklar	Valda artiklar
18/01 - 2017	Radiography AND Age estimation AND forensic		488	6	3	Pattamapaspong et al. (2014) Franklin et al. (2014)

### Manuell sökning

Datum	Ursprungsartikel		Valda artiklar
18/01 - 2017	Från handledare Mirjana	→	Timme et al. (2016)
23/01 - 2017	The reliability of skeletal age determination in an Iranian sample using Greulich and Pyle method (Moradi et al., 2012)	→	Zhang et al. (2009) Patil et al. (2012)
23/01 - 2017	Applicability of Greulich and Pyle skeletal age standards to Indian children (Patil et al., 2012)	→	Koc et al. (2001)
01/02 - 2017	<a href="https://en.wikipedia.org/wiki/Bone_age">https://en.wikipedia.org/wiki/Bone_age</a>	→	Büken et al. (2007)

## Bilaga 2 - Artikelöversikt

<b>Författare:</b>	Serinelli S, Panebianco V, Martino M, Battisti S, Rodacki K, Marinelli E, Zaccagna F, Semelka RC, Tomei E
<b>Titel:</b>	<i>Accuracy of MRI skeletal age estimation for subjects 12–19. Potential use for subjects of unknown age</i>
<b>Tidskrift:</b>	International Journal of Legal Medicine
<b>Land:</b>	Italien
<b>Årtal:</b>	2015
<b>Nyckelord:</b>	Forensic, Age estimation, MRI, Children, Hand–wrist
<b>Studietyp:</b>	Kvantitativ prospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Ja
<b>Syfte:</b>	Syftet är att utvärdera tillförlitligheten av Tomeis MR metod för att uppskatta åldern på individer mellan 12 och 19 år i rättmedicinskt ändamål.
<b>Metod:</b>	Två utredare granskade MR bilder av hand och handled från 77 män och 74 kvinnor i åldrarna 12 till 19 år. Alla var kaukasier och fria från kroniska sjukdomar och utvecklingsrubbingar. Skelettåldern bedömdes separat av två utredare där utredarna inte hade tillgång till den kronologiska åldern på individerna. En utredare gjorde om bedömningen efter 6 månader för att mäta variationen mellan observationerna. Bland–Altman plot användes för att bestämma medeldifferensen mellan skelettålder och kronologisk ålder.
<b>Resultat:</b>	Bland–Altman visade att skillnaden mellan skelettålder och kronologisk ålder inte var betydande. Spearmans korrelationskoefficient visade god korrelation mellan skelettålder och kronologisk ålder i båda könen. $R^2=0.94$ (män) och $R^2=0.96$ (kvinnor).
<b>Konklusion:</b>	Resultatet visade att MR för att bestämma skelettålder är en reproducerbar metod och har en bra korrelation med kronologisk ålder.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Hög

<b>Författare:</b>	De Donno A, Santoro V, Lubelli S, Marrone M, Lozito P, Introna F.
<b>Titel:</b>	<i>Age assessment using the Greulich and Pyle method on a heterogeneous sample of 300 Italian healthy and pathologic subjects</i>

<b>Tidskrift:</b>	Forensic Science International
<b>Land:</b>	Italien
<b>Årtal:</b>	2013
<b>Nyckelord:</b>	Forensic anthropology population data, Age assessment, X-ray, Greulich and Pyle method, Skeletal maturity
<b>Studietyp:</b>	Kvantitativ prospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Nej
<b>Syfte:</b>	Syftet är att utvärdera tillförlitligheten av Greulich and Pyle metod för ålderbestämning av Italienska tonåringar, speciellt i åldersspannet 14-18 år.
<b>Metod:</b>	Totalt 300 röntgenbilder av vänster hand och handled införskaffades från individer mellan 10 och 20 år, 154 män och 146 kvinnor. Patienterna kom från diverse medicinska inrättningar inom Papa Giovanni XXIII sjukhuset i Bari men majoriteten (224) kom från endokrinologimottagningen för barn. Fyra utredare undersökte bilderna och bedömde skelettåldern enligt Greulich and Pyle. Utredarna hade ej tillgång till den kronologiska åldern. ANOVA användes för att utvärdera skillnader mellan bedömningar gjorda av de olika utredarna.
<b>Resultat:</b>	Resultatet visade att Greulich and Pyle hade god förmåga att uppskatta åldern på en Italiensk population. Ingen statistisk betydande skillnad mellan skelettålder och kronologisk ålder kunde uppvisas.
<b>Konklusion:</b>	Greulich and Pyle kan användas för att uppskatta åldern på en Italiensk population. Dock ska det tilläggas att det finns en standardavvikelse på 13 månader vilket betyder att om metoden ska användas till rättsfall så borde fler metoder för ålderbestämning (TW2 ex) komplettera denna metod.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Medelhög

<b>Författare:</b>	Pattamapasong N, Madla C, Mekjaidee K, Namwongprom S
<b>Titel:</b>	<i>Age estimation of a Thai population based on maturation of the medial clavicular epiphysis using computed tomography</i>
<b>Tidskrift:</b>	Forensic Science International
<b>Land:</b>	Thailand

<b>Årtal:</b>	2014
<b>Nyckelord:</b>	Age determination, Clavicle, Computed tomography, Epiphyses, Law enforcement, Forensic anthropology population data
<b>Studietyp:</b>	Kvantitativ retrospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Ja
<b>Syfte:</b>	Syftet är att undersöka sambandet mellan benutvecklingen av nyckelbenet och ålder i en thailändsk population.
<b>Metod:</b>	409 CT bilder (249 män och 160 kvinnor) tagna mellan 2007 och 2014 införskaffades retrospektivt från thailändska individer i åldrarna 11 till 29 år. Alla som led av någon utvecklingsrubbnings exkluderades. Två radiologer bedömde bilderna efter Schmelting 5 stegssystem med hjälp av subklassificeringarna av Kellinghaus. Båda nyckelbenen undersöktes separat och radiologerna hade ej kunskap om kronologisk ålder. Statistisk analys utfördes med Stata version 12.0.
<b>Resultat:</b>	Utvecklingskillnad mellan höger och vänster nyckelbens sågs i 62 fall (15%). Steg 2a sågs 17 månader tidigare i kvinnor jämfört med männen. Mellan andra steg fanns ingen statistisk skillnad mellan kön. Steg 4 sågs tidigast vid 18.1 år hos män och 19.5 år hos kvinnor. Steg 5 sågs tidigast vid 22 år hos män och 23 år hos kvinnor.
<b>Konklusion:</b>	Resultatet från studien kan användas som referensdata för att åldersbestämma en thailändsk population.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Hög

<b>Författare:</b>	Patil ST, Parchand MP, Meshram MM, Kamdi NY
<b>Titel:</b>	<i>Applicability of Greulich and Pyle skeletal age standards to Indian children</i>
<b>Tidskrift:</b>	Forensic Science International
<b>Land:</b>	Indien
<b>Årtal:</b>	2011
<b>Nyckelord:</b>	Wrist–hand bones, Geulich–Pyle atlas, Bone development, Indian population, Forensic Anthropology Population Data
<b>Studietyp:</b>	Kvantitativ prospektiv

<b>Etiskt granskad:</b>	Nej
<b>Syfte:</b>	Syftet är att undersöka ifall indiska barns skelett mognar i samma takt som europeiska, så att man kan se ifall Greulich and Pyle är applicerbar på indiska barn.
<b>Metod:</b>	Studien utfördes mellan 2007 till 2009 på universitetssjukhuset Nagpur i Indien. Totalt röntgades 375 barn (194 män och 181 kvinnor) fria från kroniska sjukdomar och utvecklingsrubbingar i åldrarna 0 till 19 år. Röntgenbilder togs av vänster hand och handled i de flesta fall men vissa togs på höger av olika anledningar. Tre utredare bedömde skelettåldern på barnen med hjälp av Greulich and Pyle där de var ovetande om barnens kronologiska ålder.
<b>Resultat:</b>	Data analyserades med hjälp av SATA 8 mjukvara. Skelettåldern och den kronologiska åldern radades upp för att se skillnaden mellan de båda och en standardavvikelse räknades ut för varje åldersgrupp. Resultatet visade att Indiska barn ligger efter i utvecklingen av skelettet speciellt bland pojkar.
<b>Konklusion:</b>	Studien visar att Greulich and Pyle inte är applicerbar på Indiska barn av båda könen.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Hög

<b>Författare:</b>	Koc A, Karaoglanoglu M, Erdogan M, Kosecik M, Cesur Y
<b>Titel:</b>	<i>Assessment of bone ages: Is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys?</i>
<b>Tidskrift:</b>	Pediatrics International
<b>Land:</b>	Turkiet
<b>Årtal:</b>	2001
<b>Nyckelord:</b>	bone age, chronological age, pubic hair stage, radiography, skeletal maturation
<b>Studietyp:</b>	Kvantitativ prospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Nej
<b>Syfte:</b>	Syftet är att undersöka hur tillförlitlig Greulich and Pyle är på att uppskatta skelettåldern på turkiska barn.

<b>Metod:</b>	225 hälsosamma pojkar i åldrarna 7 till 17 år rekryterades. Barnen undersöktes av läkare och man mätte längd och vikt enligt metoden framställd av Neyzi et al. Genitalerna undersöktes också och Könshårningen undersöktes enligt Tanners kriterier. Röntgen togs på vänster hand och handled och tre utredare bedömde åldern enligt Greulich and Pyle utan att veta om den kronologiska åldern. Genomsnitts skelettålder och kronologisk ålder jämfördes med Wilcoxon test.
<b>Resultat:</b>	Resultatet visade att skelettåldern var fördröjd jämfört med den kronologiska åldern i åldersgruppen 7-13 medan den var framskriden i åldersgruppen 14-17. När de jämförde könshårning med skelettålder visades samma resultat i båda åldersgrupperna.
<b>Konklusion:</b>	Studien visar att turkiska barn kan ha ett annorlunda tempo när det gäller skelettmognad under puberteten jämfört med amerikanska barn som Greulich and Pyle är framtagen för. Därför ska metoden endast användas med viss modifikation.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Hög

<b>Författare:</b>	Franklin D, Flavel A
<b>Titel:</b>	<i>CT evaluation of timing for ossification of the medial clavicular epiphysis in a contemporary Western Australian population</i>
<b>Tidskrift:</b>	International Journal of Legal Medicine
<b>Land:</b>	Australien
<b>Årtal:</b>	2014
<b>Nyckelord:</b>	Medial clavicular epiphysis, Forensic anthropology, Ossification, Computed tomography, Population standards, Age estimation
<b>Studietyper:</b>	Kvantitativ retrospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Ja
<b>Syfte:</b>	Syftet är att kvantifiera förbeningsprocessen i nyckelbenet och att utifrån Schmeling system applicera detta på en Australisk population.
<b>Metod:</b>	333 CT (185 män och 148 kvinnor) bilder tagna mellan 2006 och 2013 analyserades retrospektivt från individer från västra Australien i åldrarna 10 till 35 år. Alla med någon form av onormalt utvecklat nyckelben exkluderades. Bedömningen gjordes av båda författarna enligt Schmeling 5

	stegssystem och ett antal bilder bedömdes igen efter fyra veckor för att kolla reliabilitet i forskarnas bedömningar.
<b>Resultat:</b>	Den yngsta åldern man kunde se steg 4 (ihopväxt epifys) var 21 år för män och 20 år för kvinnor. Dock värt att notera att dessa bara representerar ca 2% av individerna som bedömdes ha steg 4. Epifysärr kunde ses hos båda könen hos individer över 30 år. Den tidigaste åldern man kunde se ett utläckt ärr (steg 5) var 24 år för män och 25 för kvinnor. Steg 4 brukar i snitt ses vid 22.24 år hos män och 21.38 år för kvinnor.
<b>Konklusion:</b>	Resultatet från Studien stödjer tillförlitligheten av Schmeling metod. Studien erbjuder även en idé om vilka åldrar de olika stegen i genomsnitt inträffar.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Hög

<b>Författare:</b>	Büken B, Safak AA, Yazici B, Büken E, Mayda AS
<b>Titel:</b>	<i>Is the assessment of bone age by the Greulich–Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish children?</i>
<b>Tidskrift:</b>	Forensic Science International
<b>Land:</b>	Turkiet
<b>Årtal:</b>	2007
<b>Nyckelord:</b>	Age estimation, Bone age, Pubic hair stage, Skeletal maturation, Turkish children, G–P method
<b>Studietyp:</b>	Kvantitativ prospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Ja
<b>Syfte:</b>	Syftet är att undersöka om Greulich and Pyle är en tillförlitlig metod för att åldersbestämma turkiska barn i rättsfall.
<b>Metod:</b>	492 barn rekryterades (251 män och 241 kvinnor) mellan 11 och 20 år. En enkät besvarades för att få en bild av barnens demografi. Läkare undersökte barnens genitalier enligt Tanners metod och bedömde vikt och längd enligt Neyzi et al metod. Alla med någon form av utvecklingsrubbing exkluderades. Konventionell röntgen av vänster hand och handled togs och bedömdes individuellt av tre utredare enligt Greulich and Pyle metod. Utredarna var bara medvetna om barnens kön.
<b>Resultat:</b>	Medelvärdet av den kronologiska åldern var 14.52 och medelvärdet av

	skelettåldern var 15.06 för kvinnor. Skillnaden mellan dessa parametrar är statistiskt signifikant. Skelettåldern var generellt högre än den kronologiska åldern bland kvinnor. Medelvärdet av den kronologiska åldern var 15.28 och medelvärdet av skelettåldern var 15.41 för män. Skillnaden mellan dessa parametrar är inte statistiskt signifikant. Skelettåldern var lägre än den kronologiska åldern i åldrarna 11, 12, 13, 14, 18 och 19 år men högre i åldrarna 15, 16 och 17 år.
<b>Konklusion:</b>	Studien visade att denna metod ska användas med försiktighet för att bedöma åldern på individer i rättsliga fall eftersom standardavvikelsen var mer än ett år i åldrarna 12 och 15 för kvinnor och i åldrarna 12, 15 och 18 för männen.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Hög

<b>Författare:</b>	Timme M, Ottow C, Schulz R, Pfeiffer H, Heindel W, Vieth V, Schmeling A, Schmidt S
<b>Titel:</b>	<i>Magnetic resonance imaging of the distal radial epiphysis: a new criterion of maturity for determining whether the age of 18 has been completed?</i>
<b>Tidskrift:</b>	International Journal of Legal Medicine
<b>Land:</b>	Tyskland
<b>Årtal:</b>	2016
<b>Nyckelord:</b>	Forensic age diagnostics, Radius, Ossification, Epiphyseal scar, MRI
<b>Studietyp:</b>	Kvantitativ prospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Ja
<b>Syfte:</b>	Syftet är att ge referensdata genom att utvärdera förbenings klassificeringsskalan med hjälp av MR
<b>Metod:</b>	668 MR bilder införskaffades på vänster hand från 335 män och 333 kvinnor i åldrarna 12 till 24 år. Förbeningen i handlederna klassificerades enligt Schmeling och Kellinghaus. Denna metod är ursprungligen framtagen för nyckelben och man delar in förbeningen i olika steg. Steg 1 till 5 där steg 1 är ingen förbening i epifysen och steg 5 är full förbening där inga spår syns av tillväxtzonen. I denna studien lades det även till ytterligare 3 subkategorier (a, b, c) som klassificerade förbeningen mer noggrant. De mest intressanta subkategorierna är 4a och 4b som är en indikator för om en person är över 18



	år eller inte. Hur många eller vilka som bedömde bilderna framgår inte i artikeln.
<b>Resultat:</b>	Alla individer kunde tilldelas ett steg i skalan. Steg 4b sågs tidigast hos män i åldern 18.6 medan hos kvinnor kunde det ses tidigast vid 16.8 år. Steg 5 sågs alltid hos individer över 18 år där den yngsta mannen var i åldern 23.1 och den yngsta kvinnan var i åldern 22.3
<b>Konklusion:</b>	Studien kan möjligtvis presentera ett nytt sätt att avgöra ifall män har uppnått 18 årsåldern eller inte genom metoder som inte bestrålar individen. Mer forskning bör dock göras inom ämnet.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Hög

<b>Författare:</b>	Zhang A, Sayre JW, Vachon L, Liu BJ, Huang HK
<b>Titel:</b>	<i>Racial Differences in Growth Patterns of Children Assessed on the Basis of Bone Age</i>
<b>Tidskrift:</b>	Radiology
<b>Land:</b>	USA
<b>Årtal:</b>	2009
<b>Nyckelord:</b>	-
<b>Studietyper:</b>	Kvantitativ retrospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Ja
<b>Syfte:</b>	Syftet är att samla data från hälsosamma barn från olika etniska grupper som kan användas till ett eget atlas som kan komplettera Greulich and Pyle atlas.
<b>Metod:</b>	1390 hand och handleds bilder införskaffades mellan 1997 och 2008 från pojkar och flickor med asiatisk, afroamerikansk, europeisk och latinamerikansk bakgrund. Alla med normal skelett utveckling i åldrarna 0 till 18 år. Bilderna analyserades separat med hjälp av två barnradiologer utan kunskap om individernas kronologiska ålder och etnicitet. Greulich and Pyle användes som metod för åldersbestämningen.
<b>Resultat:</b>	Skelettåldern överskattades statistiskt signifikant bland asiatiska och latinamerikanska barn jämfört med europeiska och afroamerikanska barn.
<b>Konklusion:</b>	Studien visar att det finns skillnad mellan olika etniciteter när det kommer till

	skelettmognad som Greulich and Pyle inte tar hänsyn till. Att ta hänsyn till individens bakgrund är av värde när man använder Greulich and Pyle.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Medel

<b>Författare:</b>	Schmidt S, Nitz I, Ribbecke S, Schulz R, Pfeiffer H, Schmelting A
<b>Titel:</b>	<i>Skeletal age determination of the hand: a comparison of methods</i>
<b>Tidskrift:</b>	International Journal of Legal Medicine
<b>Land:</b>	Tyskland
<b>Årtal:</b>	2013
<b>Nyckelord:</b>	Forensic age estimation, Bone age, Hand skeleton, Comparison of methods, Estimate accuracy, Reproducibility
<b>Studietyp:</b>	Kvantitativ retrospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Nej
<b>Syfte:</b>	Syftet är att jämföra atlas metoder som Greulich and Pyle och Thiemann et al. med "bonespecific" metoder som Tanner et al. och Roche et al. Metoderna kommer också jämföras med varandra.
<b>Metod:</b>	Röntgenbilder från 48 pojkar och 44 flickor i åldrarna 12 till 16 år bedömdes retrospektivt. Bilderna hade tagits mellan 1986 och 2002. Barn med någon form av utvecklingsrubbing exkluderades. Bilderna bedömdes individuellt av två utredare utan kunskap om den kronologiska åldern på individerna. De metoder som användes var: Greulich and Pyle, Thiemann et al., Gilsanz and Ratib, Tanner et al. (både RUS2 och RUS3) och Roche et al.
<b>Resultat:</b>	Atlas metoderna av Greulich and Pyle och Thiemann samt bonespecific metoden av Roche visade bra korrelation med den kronologiska åldern och med varandra i båda könen. Det visade sig också att atlas metoderna jämfört med bonespecific gav mer likartade svar från de båda utredarna framförallt hos flickorna, undantaget är för bonespecific metoden av Roche som även den gav likartade svar.
<b>Konklusion:</b>	Finns vissa små brister i framförallt bonespecific metoderna. Atlas metoderna av Greulich and Pyle och Thiemann et al. är de metoder som rekommenderas för åldersbestämning i rättsfall.
<b>Antal</b>	-

<b>citeringar:</b>	
<b>Kvalitet:</b>	Hög

<b>Författare:</b>	Moradi M, Sirous M, Morovatti P
<b>Titel:</b>	<i>The reliability of skeletal age determination in an Iranian sample using Greulich and Pyle method</i>
<b>Tidskrift:</b>	Forensic Science International
<b>Land:</b>	Iran
<b>Årtal:</b>	2012
<b>Nyckelord:</b>	Bone development, Greulich–Pyle atlas, Hand-wrist bones
<b>Studietyp:</b>	Kvantitativ prospektiv
<b>Etiskt granskad:</b>	Ja
<b>Syfte:</b>	Syftet är att utvärdera tillförlitligheten hos Greulich and Pyle i en förhållandevis normal iransk population.
<b>Metod:</b>	425 individer (303 män och 122 kvinnor) mellan 6 och 18 år utan någon form av utvecklingsrubbnings röntgade hand och handled i traumafrågeställning rekryterades. En radiolog bedömde bilderna med hjälp av Greulich and Pyle, radiologen visste ej om den kronologiska åldern på individerna.
<b>Resultat:</b>	I 14 (3,3%) fall stämde den kronologiska åldern med skelett åldern. I 156 (36,7%) fall var skelettåldern högre än den kronologiska åldern medan i 255 (60%) fall var skelettåldern lägre än den kronologiska åldern. Den genomsnittliga kronologiska åldern för hela populationen var 12.4 och den genomsnittliga skelettåldern var 12.15. Den genomsnittliga skillnaden mellan dessa två parametrar var 0.25 +/- 0.95 år.
<b>Konklusion:</b>	Greulich and Pyle kan användas för en iransk population men det kan finnas en felmarginal på ett par månader.
<b>Antal citeringar:</b>	-
<b>Kvalitet:</b>	Hög