

Dnr N22-90335
31 aug 2022

Metodbeskrivning för Rättsmedicinalverkets medicinska åldersbedömningar; en sannolikhetsmodell avseende 18-årsgränsen vid asylärenden

Bakgrund

Rättsmedicinalverkets val av metod för medicinsk åldersbedömning gjordes utifrån formuleringarna i regeringsbeslut om uppdrag till Rättsmedicinalverket 19 maj 2016. Av detta framgår att myndigheten utifrån aktuell vetenskap och beprövad erfarenhet ska genomföra medicinska åldersbedömningar och att denna process ska vara rättssäker. Som skäl till beslutet anges bland annat att barn har särskilda rättigheter och att resurser avsedda för barn inte ska gå till vuxna asylsökande. I genomförandet ska myndigheten vidare beakta krav på vetenskaplighet, rättssäkerhet och etik samt tillse att det sker med respekt för individens integritet.

Till stöd för Rättsmedicinalverkets val av metod förelåg Socialstyrelsens publikationer *Metoder för radiologisk åldersbedömning (1)* och *Åldersbedömning inom ramen för asylprocessen – En etisk analys (2)* samt en publikation *Åldersbedömning med icke-radiologiska metoder (3)* utgiven av Statens beredning för medicinsk och social utvärdering (SBU). Dessa genomlyste delar av den vetenskapliga produktionen kring medicinsk åldersbedömning. Information om hur åldersbedömningar utförs i andra europeiska länder inhämtades genom studiebesök och diskussioner samt följs kontinuerligt via European asylum support office (EASO)(4) sammanställning och via publikationer i vetenskapliga tidskrifter. Val av metod skedde i dialog med de experter¹ som varit sakkunniga i Socialstyrelsens rapport *Metoder för radiologisk åldersbedömning*.

¹ Carl-Erik Flodmark (Barnläkare, Socialstyrelsen), Andreas Cederlund (Tandläkare, Socialstyrelsen), Sandra Diaz Ruiz (Radiolog, Astrid Lindgrens Barnsjukhus, Karolinska Sjukhuset), Sven Laurin (Radiolog)

Huvudpunkter för sannolikhetsmodellen

- Ingen metod som idag används för medicinsk åldersbedömning kan avgöra en exakt kronologisk ålder vilket beror på de individuella variationer som finns i den biologiska utvecklingen.
- Rättsmedicinalverkets metod är utvecklad för att utgöra ett underlag i Migrationsverkets samlade bedömning i de fall då den asylsökande inte kunnat göra sin ålder sannolik.
- Den beskrivna sannolikhetsmodellen utgör en bedömning av sannolikhet relativt 18-årsgränsen baserad på resultat från magnetkameraundersökning av knä samt slätröntgenundersökning av visdomständer.
- Sannolikheten uttrycks med skalsteg på samma sätt som i andra rättsmedicinska utlåtanden men kompletteras med en felmarginal som utgörs av andel i referenspopulationen som felbedöms enligt modellen.
- Bedömningarna av tand- respektive knäutveckling utgörs av två stadier: ”inte uppnått slutstadium” respektive ”uppnått slutstadium”. Den binära skalan med slutstadium/ej slutstadium är anpassad så att stadielinindelningen relaterar till just 18-årsgränsen snarare än bedömning av den exakta kronologiska åldern.
- Denna version av sannolikhetsmodellen är byggd från 12 vetenskapliga studier och inkluderar data från cirka 21 000 observationer. Modellen uppdateras då ny data finns tillgänglig.
- All data som används i modellen utgörs av observerade data från individer från olika studier. Studierna har grupperat data på olika sätt vilken kan betyda att data för enskilda individer inte alltid är presenterade. En matematisk modell är använd för att återskapa data från dessa studier.
- Statistiska modeller kräver att antaganden görs och dessa påverkar modellens skattningar.
- Osäkerheten som baseras på biologisk variation samt antaganden i modellen redovisas i denna metodbeskrivning samt i utlåtandet.
- Hur stor påverkan regionala faktorer, såsom etnicitet, har för modellen är delvis oklart, men en stor referenspopulation som baseras på så stor variation som möjligt kan antas mer lämplig att användas till individer med olika bakgrund än en mer begränsad liten population. Studiepopulationerna som modellen är baserad på är undersökta i nio länder fördelade på tre olika kontinenter.

Introduktion

Rättsmedicinalverkets medicinska åldersbedömningar utgår från beställarens (Migrationsverkets) behov av ett medicinskt utlåtande som en del av ett större beslutsunderlag de använder för att bedöma om en person är under eller över 18 år. De medicinska åldersbedömningarna bygger på undersökning av två kroppsdelar: visdomständer i underkäken med slätröntgen (panoramabild) och lårbenets nedre del med magnetkamera (nedan omnämnd MR av knä).

Efter att röntgenbilden av visdomständerna och MR-bilderna av lårbenets nedre del analyserats av tandläkare respektive radiologer sker den sammantagna bedömningen utifrån en standardiserad matris, framtagen av Rättsmedicinalverket. Den sammantagna bedömningen resulterar i en medicinsk åldersbedömning av den undersökta personen i förhållande till 18-årsgränsen enligt en fördefinierad sannolikhetsskala.

Tandmognadsbedömning

För att minimera mängden joniserande strålning, ska röntgenundersökningen av tänderna i den utsträckning det är möjligt utifrån teknisk apparatur begränsas till att bara omfatta visdomständerna, där avbildning kan upprepas upp till tre gånger för att nå tillräcklig bildkvalitet.

Visdomständernas mognadsgrad bedöms utifrån röntgenundersökningen där två tandläkare bedömer om minst en av visdomständerna i underkäken uppnått fullmoget stadium med helt slutna tandrötter, stadie H enligt Demirjians skala för tandmognad (5). Denna stadieindelning görs av två bedömare (tandläkare) som båda registrerar en oberoende och så kallad blindad bedömning som sedan exporteras till Rättsmedicinalverkets ärendehanteringssystem där varje ärende är uppmärkt med såväl Migrationsverkets dossiernummer som Rättsmedicinalverkets ärendenummer. Med oberoende bedömning menas att tandläkarna gör bedömningen utan att ha tillgång till/kunskap om den andra tandläkarens bedömning. Med blindad bedömning menas att de endast ska ha tillgång till röntgenbilderna och inga uppgifter om den undersökta personen. Om stadieindelning ej är möjlig beroende på otillräcklig bildkvalitet (trots upprepad bildtagning) eller då visdomständer saknas, anger bedömarna svarsalternativet ”Ej bedömbär”, samt orsaken därtill.

Om det vid tandröntgenundersökningen framgår att båda visdomständerna i underkäken saknas kommer bedömningen att grundas på mognadsgraden av lårbenets nedre tillväxtzon. Om däremot enbart en av bedömarna angivit svaret ”Ej bedömbär” skickas bilden till rättsodontolog vid Rättsmedicinalverket som gör en tredje bedömning av röntgenbilden. Om röntgenbilden ej är bedömbär kommer MR-knä att utgöra ensamt underlag i åldersbedömningen, i annat fall ingår rättsodontologens svar i ålderbedömningsmatrisen.

Om det vid stadieindelning av visdomständerna upptäcks fynd av den karaktär som bedöms kräva uppföljning/utredning inom sjuk/tand-vård utöver rutinmässig sådan, ska leverantören (organisationen som har uppdraget att utföra analysen av tandröntgenbilden), upplysa den undersökta, och i förekommande fall den gode mannen.

För att resultatet av tandundersökningen ska bli att visdomstanden uppnått slutstadium måste två av tandläkarna göra bedömningen att slutstadiet för visdomstanden uppnåts. Om en

tandläkare bedömt att visdomstanden inte uppnått slutstadium blir resultatet som går vidare i Rättsmedicinalverkets standardiserade matris att visdomstanden inte uppnått slutstadium.

Skelettmognadsbedömning

Lårbenets nedre del i det ena knäet undersöks med magnetkamera och mognadsgraden av tillväxtzonen bedöms enligt en skala som bygger på benmognadsskalan definierad i Krämer et al. 2014 (6). Rättsmedicinalverket använder i sin slutliga bedömning av knäsmognad endast de två skalstegen uppnått slutstadium eller ej uppnått slutstadium. Knäled som uppnått slutstadium innebär enligt Rättsmedicinalverkets definition att tillväxtzonen i knäleden uppnått minst stadie IV enligt Krämer 2014, vilket innebär att tillväxtzonen är helt förbenad - med eller utan synligt ärr. Knäled som ej uppnått slutstadium innebär följaktligen att knäleden inte uppnått stadie IV-V enligt Krämers definition.

Stadieindelningen görs av två oberoende bedömare (röntgenläkare) och deras svar exporteras till Rättsmedicinalverkets ärendehanteringssystem. Med oberoende bedömare menas att två läkare ska göra var sin bedömning av respektive bild, oberoende av varandra, dvs. utan att ha tillgång till/kunskap om den andra läkarens bedömning. Med blindad bedömning menas att de endast har tillgång till bilderna från undersökningen och uppgift om kön på den person som bilden avser men inga andra uppgifter om den undersökta personen. Om stadiindelning inte är möjlig på grund av otillräcklig bildkvalitet kan bedömarna ange svarsalternativet "Ej bedömbart".

För att bedömningen avseende skelettmognad, som går vidare i Rättsmedicinalverkets standardiserade matris, ska bli att den undersökta individen uppnått slutstadium av lårbenets nedre del, krävs att båda bedömnarna oberoende av varandra kommit till denna slutsats. Om svaren inte är samstämmiga mellan bedömnarna blir bedömningen således att slutstadium inte har uppnåtts. Skulle individen som är föremål för åldersbedömningen av någon anledning inte kunna genomgå undersökningen, såsom vid förekomst av metallfragment, grundas åldersbedömningen på undersökningen av visdomständerna.

Om båda bedömarna av MR-bilderna anger svaret ”Ej bedömbär” kommer tandmognadsbedömningen att utgöra ensamt underlag i den medicinska åldersbedömningen. Om endast en av bedömarna angivit svaret ”Ej bedömbär” skickas bilden till en tredje röntgenläkare, knuten till Rättsmedicinalverket. Denna röntgenläkare gör en tredje bedömning av MR-bilden. Om bedömningen är att MR-bilden ej är bedömbär kommer tandmognadsbedömningen att utgöra ensamt underlag i den medicinska åldersbedömningen och i annat fall ingår det senare svaret i ålderbedömningsmatrisen. Om både knä eller tandundersökningen resulterat i utlåandet ”ej bedömbär” kommer även utlåandet i den samlade bedömningen svaras ut som ”ej bedömbär”.

Om det vid bedömning av skelettmognad i lårbenets nedre del upptäcks fynd av den karaktär som bedöms kräva uppföljning eller utredning inom sjukvård utöver rutinmässig sådan, ska leverantören (organisationen som har uppdraget att utföra analysen av röntgenbilden) upplysa den undersökta och i förekommande fall den gode mannen om tillståndet.

Teknisk specifikation avseende MR

Den MR-sekvens och snittplan som används är identisk med den i studien av Krämer et. al.(6), dvs en T1 viktad sekvens med sagittala snitt av knät, kontinuerliga snitt, 3 mm tjocka, som täcker hela tillväxtplattan. Tillväxtplattan bedöms i alla snitt och om den är helt eller partiellt öppen på något snitt betyder det att tillväxtzonen ej är sluten. Om tillväxtzonen är sluten, med eller utan ärr (tunna stråkformiga förändringar), på samtliga snitt benämns knäleden som att den uppnått slutstadium.

MR inställningar som ska användas är fastställda till:

Sag T1 viktad.

TR/TE ca 600-700/17 eller liknande.

3 mm snittjocklek, gap 0,3.

Pixelstorlek 0,5 x 0,5 mm eller bättre.

Avseende MR-maskinens fältstyrka kan det generellt sägas att ju högre desto bättre upplösning, men att kvaliteten med en fältstyrka på minst 1.5 Tesla är tillräckligt bra för bedömning av tillväxtzonen. Nackdelen med högre fältstyrka (3.0 Tesla) är att den är mer känslig för rörelser.

Faktorer som kan påverka skelettmognad och tandmognad

Faktorer som socioekonomi, stress och etnicitet har föreslagits kunna påverka skelettmognad och tandmognad. Det är möjligt att socioekonomiska faktorer kan ha en påverkan på skelettmognaden, där sämre levnadsvillkor medför att skelettet mognar långsammare med följden att den kronologiska åldern underskattas (7). Populationerna inkluderade i studierna, avseende medicinsk åldersbedömning med MR av knä, härstammar primärt från populationer med god socioekonomisk status medan de som kommer att bli föremål för åldersbedömningen med MR-knä kan tänkas ha antingen samma eller lägre socioekonomisk tillhörighet. Av denna anledning är det rimligt att anta att de sökande tenderar att bli bedömda som yngre än deras kronologiska ålder men att det inte går att utesluta att dessa faktorer kan ha en annan påverkan på vissa populationer eller individer.

En studie gör gällande att ökad stress kan innebära en tidigare pubertet för flickor och möjligen även för pojkar (8) men vilken påverkan det har för skelettmognad respektive tandmognad och åldersbedömning är inte studerat i denna studie (9).

Avseende tandmognad har t.ex. Thevissen et al. 2010 (10) undersökt hur populationsspecifik data från nio olika länder kan användas för att minska andelen felklassificerade vid åldersbedömning kring 18-årsåldern när visdomstand är undersökt. I denna studie dras slutsatsen att tillgång till populationsspecifik data endast kommer innebära en försumbar minskning av andelen felklassificerade, vilket innebär att ett gemensamt tabellverk vid åldersbedömning bör kunna användas för olika populationer. Andelen barn felklassificerade som vuxna visades i denna studie vara lägst när en belgisk population användes som referenspopulation vid åldersbedömning även vid åldersbedömning av andra populationer, dock med en högre andel vuxna felklassificerade som barn.

När populationer av olika etnicitet har studerats avseende mognaden av visdomständerna finns studier som noterat skillnader i de tidigare mognadsstadierna. Däremot har inga signifikanta skillnader noterats avseende visdomständernas fullmogna slutstadium mellan de studerade populationerna (11,12). Av detta resonemang följer att etnicitet har mindre påverkan då åldersbedömning är baserad på visdomständernas fullmogna stadie.

Enligt en genomgång av litteraturen i Schmeling et al. 2000 (13), avseende hur etnicitet påverkar skelettmognad och åldersbedömning, kan tabellverken användas oavsett den undersökte individens etniska tillhörighet. Detta eftersom etnisk tillhörighet inte på ett för bedömningen avgörande sätt påverkar vid vilken ålder skelettet mognar. En översiktsartikel publicerad 2019 med beräkningar på metapopulationer för åldersbedömningar från handledsröntgen samt en annan på användande av tandröntgen från 2021 varnar å andra sidan för skillnader i skelett eller tandmognad i populationer med olika etnicitet (14,15). Det kan dock noteras att skillnader mellan populationer som tillskrivs etnicitet kan vara en konsekvens av åldersdistributionen i den ingående studiepopulationen, vilket visas i två systematiska översiktsartiklar av Dahlberg et al och Rolseth et al (16,17).

Det är viktigt att understryka att en betydande variation finns mellan olika studier och mer forskning tillsammans med noggrann analys behövs för att bättre undersöka det komplexa förhållandet mellan skelettmognad, tandmognad och faktorer som etnicitet, socioekonomi och stress. Kunskapsläget avseende hur dessa faktorer påverkar mognadsprocessen bedöms ändå vara tillräckligt för att åldersbedömning utifrån skelett- och tandmognad kan användas som en

del av en samlad bedömning. Det ska även nämnas att den normalt förekommande spridningen i tand och skelettmognad inom de studerade populationerna sannolikt inkluderar de ovan nämnda påverkansfaktorerna i viss utsträckning.

Modellen för medicinsk åldersbedömning

Vid bedömning av ålder relativt 18-årsgränsen används det samlade resultatet från undersökningarna av knä och tand. Rättsmedicinalverkets modell för medicinsk åldersbedömning är utformad för att ha lägre risk att felaktigt bedöma barn som vuxna till priset av en större risk att vuxna personer som är något till några år äldre än 18 år inte identifieras som vuxna. Flickor har en tidigare skelettmognad jämfört med pojkar och matrisen är anpassad för att omhänderta dessa könsskillnader.

För att kunna väga samman resultat från olika studier har en statistisk modell för att bedöma om en person är över eller under 18 år givet stadie utvecklats. Modellen bygger på resultat från de vetenskapliga studier som presenteras i tabell 1. Studierna som ingår i den statistiska modellen har valts utifrån att de överensstämmer med vald metod för knä och tand och även presenterar resultaten på ett sätt som gör det möjligt att ta med dem i modellen. Studierna som ingår ska ha använt sig av samma röntgenmetod (tand) respektive magnetkamera-sekvens (knä), stadieindelning för både tand/knä som är kompatibel med binär klassificering, presentera komplett data (som tillåter återskapande av individbaserad data och som inte publicerats tidigare), samt ha ett fokus på åldersbedömning relaterat till 18-årsgränsen.

Tabell 1. Utvalda vetenskapliga studier

Indikator	Studie	Män, antal	Kvinnor, antal	Land	Ålders span (år)	Metod**
Knä	(18)	325	333	Tyskland	12-24	MR
Knä	(6)	166	124	Tyskland	10-30	MR
Knä	(19)*	220	180	Sverige	14-21	MR
Knä	(20)	214	0	Frankrike	14-20	MR
Knä	(21)	335	314	Turkiet	10-29	MR
Tand	(22)	271	323	USA/Kanada	14-24	RG
Tand	(23)	1610	1691	Sydkorea	4-26	RG
Tand	(24)	379	405	Turkiet	8-23	RG
Tand	(25)	1200	1900	Kina	4-26	RG
Tand	(26)	540	540	Malaysia	11-25	RG
Tand	(27)	258	347	Kanada	11-29	RG
Tand	(28)	1551	1661	Kina	5-25	RG

* Den del av studien baserad på T1 sekvens, kallad bryggningsstudie

**MR= magnet kamera, RG = radiologisk röntgen

All data som används i modellen utgörs av observerade data från individer i studierna men studierna har grupperat data på olika sätt vilket betyder att data för enskilda individer inte alltid är presenterade. En matematisk modell används för att återskapa individbaserad data där utvecklingsstadierna dikometiseras enligt Rättsmedicinalverkets binära klassificering och relateras till kronologisk ålder. Därefter sammanställs återskapad individbaserad data från alla studier till metapopulationer för knä och tand samt för män och kvinnor. Genom att utveckla modellen i två steg där man först utgår från individbaserad data och därefter gör en logistisk regressionsanalys (stadie givet ålder) minskas åldersmimikeringen (hur

åldersfördelningen för de som ingick i studien påverkar resultatet, eng. "age mimicry"), jämfört med att direkt använda exempelvis rapporterade medelvärde/standardavvikelse på kronologisk ålder för de olika stadierna (29–31). Se den anpassade logistiska regressionsmodellen med koefficientvärden i appendix, tabell A.2 och A.3 samt figur A.1. Den binära skalan med slutstadium/ej slutstadium är anpassad så att stadiindelningen relaterar till just 18-årsgränsen snarare än bedömning av den exakta kronologiska åldern.

En sammanvägd uppskattning av sannolikheter och felmarginaler kan göras genom att de beräknade sannolikheterna för knä och tand kombineras och transformeras med Bayes sats. Denna transformation innebär att man vänder på betingningen så att det är sannolikheten för att vara över eller under 18 år baserat på utvecklingsstadie som visas (ålder givet stadie). Modellen innefattar ett antagande om en jämn åldersfördelning samt ett åldersintervall mellan 15-21 år. I detta spann ingår populationen som befinner sig nära 18 år och minst 50% av populationen har uppnått sluten tand eller knä för den övre valda gränsen (21 år), vilket också är en använd gräns för liknande statistiska modeller (31). Det verkliga åldersintervallet hos dem som genomgår medicinska åldersbedömningar är okänt men Rättsmedicinalverket bedömer att det valda intervallet representerar åldrar där medicinsk åldersbedömning kan bli aktuell. Eftersom antagandet om åldersintervall påverkar felmarginalen är det ur ett barnrättsperspektiv viktigt att inte sätta den övre gränsen för åldersintervallet alltför högt. Ju högre övre gräns för åldersintervallet, desto större risk att felbedöma barn. Å andra sidan gäller att ju lägre övre gräns man sätter, desto större blir risken att felbedöma vuxna. Rättsmedicinalverket anser att ett åldersintervall som slutar vid 21 år är en rimlig avvägning, då det innebär en lika stor ingångssannolikhet för att individen är över respektive under 18 år. Valet av jämn fördelning har gjorts utifrån de matematiska egenskaperna som detta antagande tillför till modellen, i form av att sannolikheter och felmarginaler då baseras på studiepopulationen med känd ålder och utvecklingsstadie i kroppsdelarna. Den enskilde asylsökandes uppnådda utvecklingsstadier jämförs således med information från en population av personer med känd ålder mellan 15 och 21 års ålder.

Hur knä och tand-utveckling samvarierar är inte helt känt och det finns få studier som undersöker samvariationen mellan olika mognadsindikatorer. Ett par studier som undersöker hur handled och tand samvarierar kunde inte påvisa någon korrelation mellan utvecklingen av dessa indikatorer (28, 29). En annan studie som undersökt visdomstand och knä men använt sig av MR för båda mognadsindikatorerna fann ingen signifikant samvariation i utvecklingen (34). Därmed kan det anses rimligt att anta att skelettutveckling i knä och visdomständers utveckling sker oberoende av varandra.

Mer om hur olika antaganden påverkar modellen finns under rubriken "Osäkerheter med den valda modellen och riskminimering".

Bedömning relativt 18 årsgränsen och felmarginaler för pojkar/män

Baserat på den vetenskapliga litteraturen ligger åldern då hälften av den manliga populationen uppnått slutstadium i knä eller visdomstand efter 18-års ålder. För knä uppskattar vi denna siffra till 18.7 år och för visdomstand till 20.3 år utifrån den logistiska regressionsanalysen. I modellen bedöms manliga individer vara över 18 år då en eller båda kroppsdelarna har uppnått slutstadium men olika grader av säkerhet används i utlåtandet utifrån de beräknade sannolikheterna för kombinationer av utveckling i de båda kroppsdelarna. Den beräknade sannolikheten att vuxna identifieras som vuxna är 78% (sensitivitet) och motsvarande siffra för att barn identifieras som barn är 90% (specificitet) för män/pojkar när modellen baserad på de två kroppsdelarna används. Det innebär att modellen är bättre på att identifiera barn än vuxna men innebär också att 80% (negativt prediktivt värde) av de som identifieras som barn är barn och att 89% (positivt prediktivt värde) av de som identifieras som vuxna är vuxna, se appendix tabell A.1.

Beräkningarna visar att ca 10% av alla pojkar (15.0-17.9 år) förväntas ha uppnått slutstadium i en eller båda kroppsdelarna och riskerar därmed att felbedömas. Om man ser till en population av män mellan 15 och 21 år, där en eller båda kroppsdelarna har uppnått slutstadium, så motsvarar felmarginalen med modellen sannolikheten för att individer med det aktuella undersökningsresultatet är under 18 år och denna är beräknad till 11 %. Utlåtandet avges med olika grader av säkerhet, utifrån den aktuella kombinationen av utveckling i de båda kroppsdelarna. Dessa olika grader av säkerhet återfinns i den så kallade sannolikhetsskala som används i rättsintyg och andra utlåtanden som Rättsmedicinalverket regelmässigt utfärdar.

För sökande av manligt kön där såväl visdomstand som knä uppnått slutstadium används skalsteget *"talar starkt för att den undersökta är 18 år eller äldre"*. Denna kombination är ovanligt förekommande hos barn mellan 15.0-17.9 år och är beräknad till under 1%. Hos unga vuxna upp till 21 år (18.0-20.9) förekommer kombinationen hos cirka 28 %. Det innebär att sannolikheten att individer med det aktuella undersökningsresultatet är under 18 år är cirka 2 %, vilket motsvarar felmarginalen. Felmarginalen för respektive ettårskohort redovisas i Figur 1 (a).

Skalsteget *"talar för att den undersökte är 18 år eller äldre"*, används då knä uppnått slutstadium oavsett om visdomstanden inte går att bedöma eller om den inte uppnått slutstadium. Skalsteget används också då visdomstanden uppnått slutstadium men knä inte är bedömbart. Sannolikheten att individer med undersökningsresultatet visdomstanden uppnått slutstadium men knä inte är bedömbart är under 18 år är cirka 10 %, vilket motsvarar felmarginalen. För undersökningsresultatet att visdomstanden inte har uppnått slutstadium men knä har uppnått slutstadium är motsvarande felmarginal cirka 12 % och kombinationen då knä har uppnått slutstadium men tanden ej är bedömbart som undersökningsresultat är felmarginalen beräknad till cirka 8%. Felmarginalen för respektive ettårskohort redovisas i Figur 1 (a).

Skalsteget *"talar möjligen för att den undersökta är 18 år eller äldre"*, används för kombinationen då visdomstanden har uppnått slutstadium men inte knä. Denna kombination, som är ovanligt förekommande i både gruppen 15.0-17.9 år (cirka 3%) och i gruppen 18.0-20.9 (cirka 6%), har en högre felmarginal på cirka 35% och därav ett lägre skalsteg.

De pojkar där den ena kroppsdelens inte har uppnått slutstadium och den andra inte går att bedöma samt de pojkar där ingen av kroppsdelarna uppnått slutstadium bedöms med modellen vara under 18 år. Skälsteget som används är *”talar möjligen för att den undersökta är under 18 år*. Sannolikheten att individer med undersökningsresultatet knä ej uppnått slutstadium och visdomstand inte går att bedöma är äldre än 18 år är cirka 23 % och då varken visdomstand och knä har uppnått slutstadium är sannolikheten ca 20 %, vilket motsvarar felmarginalerna i de två grupperna. I de fall då undersökningsresultatet är att visdomstanden ej har uppnått slutstadium och knä ej går att bedöma så är sannolikheten att individen är äldre än 18 år cirka 41 % vilket motsvarar felmarginalen. Felmarginalen för respektive ettårskohort redovisas i Figur 1 (a).

Bedömning relativt 18 årsgränsen och felmarginaler för flickor/kvinnor

Baserat på det vetenskapliga underlaget så ligger åldern då hälften av den kvinnliga populationen uppnått slutstadium i knä före 18-års ålder men efter 18-års ålder för visdomstand. För knä har hälften uppnått slutstadium vid 17,3 års ålder och för visdomstand vid 21,1 års ålder enligt den logistiska regressionsanalysen. Detta innebär att ett knä som inte uppnått slutstadium är informativt för underårighet men ett knä som har uppnått slutstadium är mindre informativt.

Om modellen med både tand och knä används för kvinnor så är den uppskattade sannolikheten att vuxna identifieras som vuxna 94 % (sensitivitet) och att barn identifieras som barn 68 % (specificitet). Däremot är den beräknade sannolikheten att vuxna identifieras som vuxna 24 % (sensitivitet) och motsvarande att barn identifieras som barn 97 % (specificitet) för flickor/kvinnor - när modellen är baserad endast på tand. Det innebär att modellen baserad endast på tand är mycket bättre på att korrekt identifiera barn än vuxna. För att ta hänsyn till begränsningarna som detta innebär, har bedömningsmatrisen för kvinnor anpassats så att den grundas på endast visdomstandens utveckling och utvecklingen i knä används endast i de fall då knät inte uppnått slutstadium. Denna anpassning medför att en relativt stor andel unga kvinnor felaktigt kommer att bedömas som barn, se appendix tabell A.1.

Även för kvinnor/flickor används olika grader av säkerhet i de rättsmedicinska utlåtandena om ålder utifrån vilken kombination av utveckling som uppnåtts i de undersökta kroppsdelarna. Dessa olika grader av säkerhet återfinns i den så kallade sannolikhetsskala som används i rättsintyg och andra utlåtanden som Rättsmedicinalverket regelmässigt utfärdar.

För sökande av kvinnligt kön där såväl visdomstand som knä uppnått slutstadium eller då tand uppnått slutstadium men data för knä saknas används skälsteget *”talar för att den undersökte är 18 år eller äldre”*. Dessa kombinationer är ovanliga hos flickor mellan 15.0-17.9 år och är beräknad till cirka 1 % respektive cirka 3%. Hos unga kvinnor upp till 21 år (18.0-20.9) förekommer kombinationerna hos cirka 23 % respektive 24 % baserat på det vetenskapliga underlaget. Det innebär att sannolikheten att individer med det aktuella undersökningsresultatet är under 18 år är cirka 6 % respektive 12 %, vilket motsvarar felmarginalerna. Felmarginalen för respektive ettårskohort redovisas i Figur 1 (b).

Då visdomstanden antingen inte uppnått slutstadium eller data saknas medan knät uppnått slutstadium tillåter resultatet inte någon bedömning avseende den undersöktas ålder relativt 18-årsgränsen.

Skalsteget ”*talat för att den undersökta är under 18 år*”, används för sökande av kvinnligt kön när både tand och knäled bedömts inte uppnått slutstadium eller då knät bedöms inte uppnått slutstadium men data för visdomstanden saknas. Sannolikheten att individer med det aktuella undersökningsresultatet är äldre än 18 år är cirka 8 % respektive 9 % baserat på det vetenskapliga underlaget, vilket motsvarar felmarginalerna. Felmarginalen för respektive ettårskohort redovisas i Figur 1 (b).

Skalsteget ”*talat möjligen för att den undersökta är under 18 år*”, används då visdomstanden inte uppnått slutstadium men data för knäleden saknas eller då visdomstanden uppnått slutstadium men knät inte har uppnått slutstadium. Sannolikheten att individer med det aktuella undersökningsresultatet är äldre än 18 år är cirka 44 % respektive 34 % baserat på det vetenskapliga underlaget, vilket motsvarar felmarginalerna. Felmarginalen för respektive ettårskohort redovisas i Figur 1 (b).

Osäkerheter med den valda modellen och riskminimering

Utgångspunkten för medicinsk åldersbedömning är en individ med okänd kronologisk ålder. På grund av individuella variationer i biologiska mognadsprocesser är det inte möjligt att översätta biologisk mognad till en exakt kronologisk ålder. Rättsmedicinalverkets sannolikhetsmodell utgår från vetenskapliga studier där biologisk mognad utifrån definierade utvecklingsstadier har studerats i relation till kronologisk ålder. Bedömningen av vilket utvecklingsstadium som uppnåtts har en avgörande roll i den medicinska åldersbedömningen och utgör därför en risk för fel som är angelägen att minimera. Statistiska modeller kräver att vissa antaganden görs och dessa antaganden introducerar också osäkerheter som behöver beaktas.

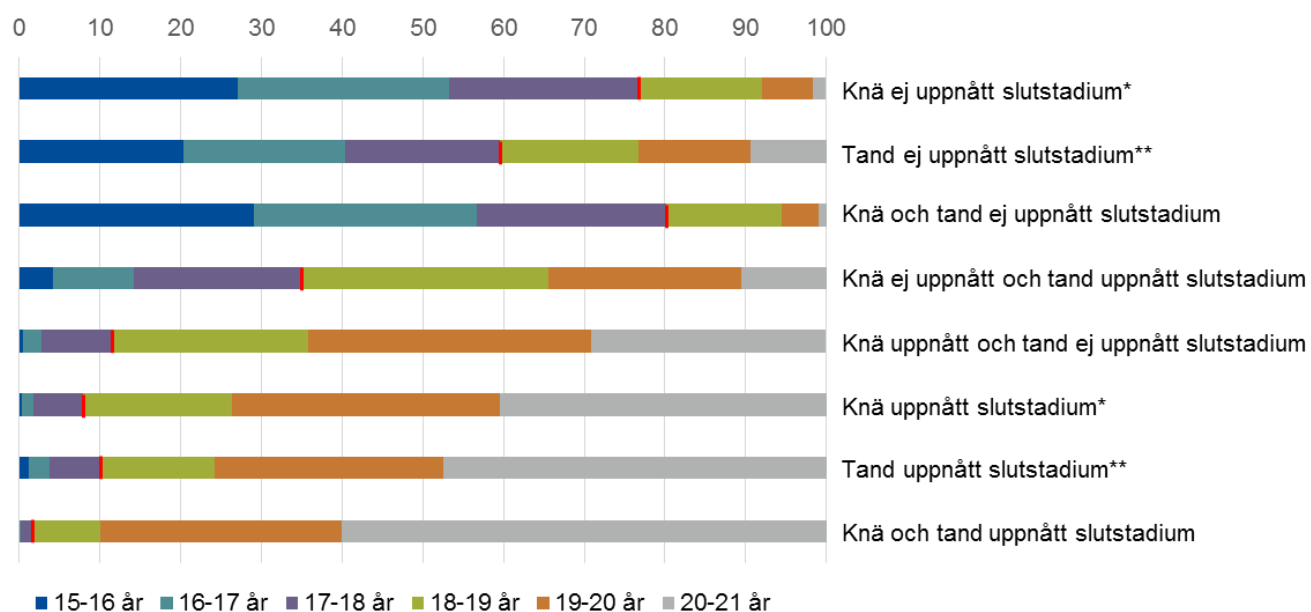
Osäkerheter i sannolikhetsmodellen

För den statistiska sannolikhetsmodellen görs framförallt tre viktiga antaganden, där den ena är att knä och tandutveckling sker oberoende av varandra, baserat på studier av skelettutveckling i hand-handled eller knä samt tand som diskuterats i stycket ”modellen för medicinsk åldersbedömning”.

Det andra antagandet som görs för att skapa sannolikhetsmodellen är att använda en jämn åldersfördelning och det tredje är att välja ett relevant förbestämt åldersintervall vid beräkningarna där gruppen barn representeras av åldern 15.0-17.9 år och gruppen unga vuxna av åldern 18.0-20.9 år. Genom att använda en jämn åldersfördelning tillförs ingen matematisk viktning när den bayesianska transformationen av betingningen sker utan resultatet bestäms av den logistiska regressionen av studiepopulationen.

Att välja ett åldersintervall samt fördelning krävs för att kunna göra en sannolikhetsberäkning baserat på känd utvecklingskombination och valet av det specifika åldersspannet motiveras i stycket ”modellen för medicinsk åldersbedömning”. Beräknad felmarginal kan också presenteras i helårsintervall för det valda åldersspannet, vilket ger en bild av hur osäkerheten är fördelad i åldersspannet, Figur 1.

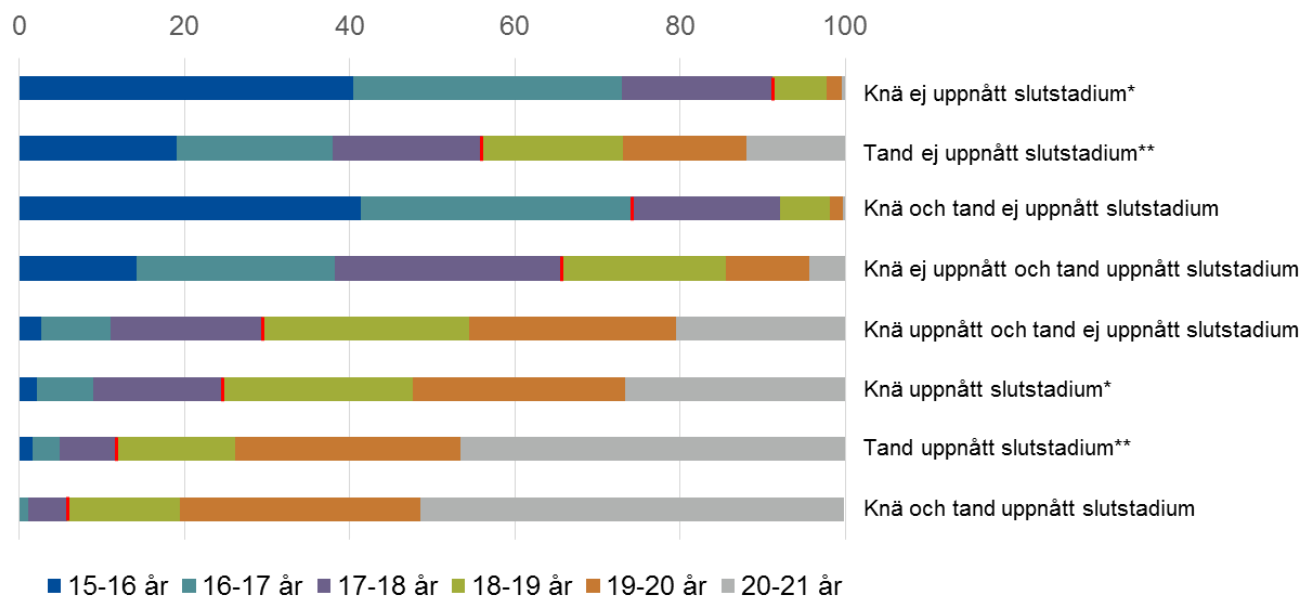
Figur 1 (a). Ålder uppdelad på mognadskombinationer, män



* Ingen information för tand

** Ingen information för knä

Figur 1 (b). Ålder uppdelad på mognadskombinationer, kvinnor



* Ingen information för tand

** Ingen information för knä

Om en annan åldersfördelning än en jämn fördelning används påverkas sannolikheter och felmarginaler i modellen. På ett teoretiskt plan skulle andelen felbedömda barn och vuxna på en populationsbasis kunna återges mer korrekt om man istället för en jämn åldersfördelning valde den sanna åldersfördelningen. Däremot, om den baseras på den uppskattade åldersfördelningen hos de som sökt asyl tidigare förutsätts att åldersfördelningen hos dem som söker asyl i Sverige och som blir föremål för medicinsk åldersbedömning är stabil över tid, vilket inte nödvändigtvis är fallet. Att använda en sådan åldersfördelning skulle innebära att sannolikhetsbedömningen för den enskilde asylsökande påverkades av populationen som tidigare genomgått medicinsk åldersbedömning – vilket inte förefaller rimligt. Tabell 2 (a och b) visar hur modellen påverkas av andra antaganden om åldersfördelning, där sannolikheten att vara under 18 respektive över 18 år redovisas för olika kombinationer av undersökningsresultat. De tre kolumnerna visar dels det aktuella antagandet i modellen med en *jämn åldersfördelning*, d v s att den jämförande populationen är jämnt fördelad över åldrarna, dels en med *normalfördelning centrerad kring 18 år*, d v s att den jämförande populationen domineras av individer kring 18 år och består av en lika andel individer som är något till några år äldre som yngre än 18 år, dels en med *mixad fördelning*, där åldersfördelningen börjar som en normalfördelning före 18 års ålder och är därefter jämn, d v s där den jämförande populationen antas utgöras av en jämnt fördelad andel 18-, 19- och 20-åringar, men i mindre utsträckning 17-åringar och ännu färre 16-åringar osv.

I det slutliga utlåtandet så uttrycks modellens beräknade sannolikheter för att vara över eller under 18 år för respektive utvecklingskombination i ord med en sannolikhetsskala tillsammans med den andel i referenspopulationen som felbedöms enligt modellen. I tabellerna nedan framgår att även om antaganden om åldersfördelningen påverkar sannolikheterna, så skulle sannolikheten beskrivas med samma steg i sannolikhetsskalan.

Tabell 2 (a) Män

Kombination	Jämn fördelning Åldersintervall 15-21 år		Normalfördelning centrerad kring 18 år Åldersintervall 15-21 år		Mixad fördelning* Åldersintervall 15-21 år		Utfall i modellen med valt skalsteg
	<18 år (%)	>18 år (%)	<18 år (%)	>18 (%)	<18 (%)	>18 (%)	
Knä uppnått slutstadium (ingen info för tand)	8	92	12	88	7	93	>18 Talar för
Tand uppnått slutstadium (ingen info för knä)	10	90	15	85	8	91	>18 Talar för
Knä och tand ej uppnått slutstadium	80	20	75	25	72	28	<18 Talar möjligen för
Knä och tand uppnått slutstadium	1	99	3	97	1	99	>18 Talar starkt för
Knä uppnått slutstadium och tand ej uppnått slutstadium	12	88	15	85	11	89	>18 Talar för
Knä ej uppnått slutstadium och tand uppnått slutstadium	35	65	37	63	31	69	>18 Talar möjligen för
Knä ej uppnått slutstadium (ingen info för tand)	77	23	71	29	68	32	<18 Talar möjligen för
Tand ej uppnått slutstadium (ingen info för knä)	59	41	57	43	49	51	<18 Talar möjligen för

* Normalfördelning före 18 års ålder och därefter jämn

Tabell 2 (b) Kvinnor

Kombination	Jämn fördelning Åldersintervall 15-21 år		Normalfördelning centrerad kring 18 år Åldersintervall 15-21 år		Mixad fördelning* Åldersintervall 15-21 år		Utfall i modellen med skalsteg
	<18 år (%)	>18 år (%)	<18 år (%)	> 18 år (%)	<18 år (%)	>18 år (%)	
Knä uppnått slutstadium (ingen info för tand)	25	75	30	70	28	72	Tillåter ingen bedömning**
Tand uppnått slutstadium (ingen info för knä)	12	88	17	83	13	87	>18 Talar för
Knä och tand ej uppnått slutstadium	92	8	88	12	90	10	<18 Talar för
Knä och tand uppnått slutstadium	6	94	10	90	7	93	>18 Talar för
Knä uppnått slutstadium och tand ej uppnått slutstadium	29	71	34	66	32	67	Tillåter ingen bedömning*
Knä ej uppnått slutstadium och tand uppnått slutstadium	66	34	63	37	66	34	<18 Talar möjligen för
Knä ej uppnått slutstadium (ingen info för tand)	91	9	87	13	89	11	<18 Talar för
Tand ej uppnått slutstadium (ingen info för knä)	56	44	54	46	54	46	<18 Talar för

* Normalfördelning före 18 års ålder och därefter jämn ** Baserat på att knä som uppnått slutstadium inte är informativt för kvinnor då det sker före 18 års ålder i cirka hälften av alla kvinnor.

Stadieindelning och osäkerheter i bedömningen av MR- och röntgenbilder

Metoden för de medicinska åldersbedömningarna innebär att MR-bilder respektive röntgenbilder granskas och bedöms av specialister i radiologi (röntgenläkare) respektive tandläkare. Alla bedömningar är förknippade med ett visst mått av osäkerhet och för att minska osäkerheter använder Rättsmedicinalverket bedömare med stor vana att bedöma MR-bilder, respektive att göra stadiindelning av visdomständer. De kvalificerade bedömare som ingår i avtalet genomgår utbildning samt kalibrering för Rättsmedicinalverkets metod.

Demirjians samt Krämers skala för utveckling av visdomstand respektive knä innefattar ursprungligen åtta (A-H) respektive fem (1-5) utvecklingsstadier. I Rättsmedicinalverkets modell betraktas alla utvecklingsstadier förutom det sista avseende visdomstanden (stadie H) samt de två sista avseende knä (4 och 5) som ”inte uppnått slutstadium”. Detta val innebär att bedömningarna blir enklare, vilket ger högre överensstämmelse och mera pålitliga bedömningar. Om modellen istället skulle innefatta samtliga utvecklingsstadier skulle det vid omogna stadier vara möjligt att göra snävare skattningar. Fler stadier gör dock att samstämmigheten mellan bedömare sjunker och därmed även tillförlitligheten i stadiindelningen. För att minimera risken att introducera fel tidigt i processen bedöms således endast huruvida visdomstand respektive knä uppnått slutstadium eller inte, en så kallad binär skala.

Den binära skalan innebär att individer som uppvisar utvecklingsstadier som är relativt starkt förknippade med att vara vuxen (stadie G för visdomstanden) får samma bedömning som en individ med ett betydligt mera omoget utvecklingsstadium. Detta medför att en något större andel unga vuxna felaktigt blir bedömda som barn, men begränsar i viss mån även modellens möjlighet att avge utlåtanden med högre säkerhet att den undersökta är under 18 år - i fall med mindre utvecklade utvecklingsstadium.

Bedömningarna görs oberoende och blindade vilket har beskrivits i avsnitten för ”tandmognadsbedömning” och ”skelettmognadsbedömning”. En rutin med en tredje bedömare vid behov finns också inbyggt i processen som beskrivits i samma avsnitt. Bedömningarna följs upp kontinuerligt i samstämmighetskontroller då eventuella avvikelser kan upptäckas. Riskminimeringen för den enskilda asylsökande sker även genom att en bedömning om att slutstadium inte uppnåtts ges företräde i de fall då bedömarna kommer till olika slutsatser avseende utvecklingsstadium. Sammantaget så innehåller processen en utökad säkerhet vad gäller bildbedömningar jämfört med rutinsituationer inom sjukvården just för att minimera osäkerheter och öka rättssäkerheten.

För att undvika att lika fall (fall med samma undersökningsresultat) bedöms olika (får olika utlåtande) används ett bedömningsstöd i form av en matris där det för varje kombination av utvecklingsstadier och kön finns ett förutbestämt utfall. En granskning av utfallet sker i varje enskilt fall av rättsläkare, som är utbildad i metoden, innan utlåtandet expedieras.

Osäkerheter med modellen speglas i utlåtanden

För att återspegla osäkerheter med modellen i utlåtanden så används en sannolikhetsskala motsvarande den som används i rättsintyg och andra yttranden som rättsmedicinalverket utfärdar. Utlåtanden anger sannolikheten för att en individ i en jämt fördelad blandad population av både vuxna och barn (15-21 år) med aktuella undersökningsfynd är över eller under 18 år där sannolikheten återspeglas av skalsteget. Hur de beräknade sannolikheterna

skulle se ut under andra antaganden kring åldersfördelningen beskrivs ovan under rubriken *osäkerheter i sannolikhetsmodellen*. Osäkerheten anges även i form av en beräknad felmarginal som avser gruppen barn med kronologisk ålder nära 18 år, d v s 15.0-17.9 år respektive unga vuxna 18.0-20.9 år och motsvarar den andel i referenspopulationen som felbedöms enligt modellen

Sannolikhetskala vid medicinska åldersbedömningar

Sannolikhetsstegen motsvarar de skalsteg i rättsintyg och andra yttranden som Rättsmedicinalverket regelmässigt tillämpar. Vid medicinska ålderbedömningar uttrycks skalsteget tillsammans med felmarginal utifrån undersökningsresultatet, i de enskilda utlåtandena.

Bedömningen av utförd undersökning **visar** att den undersökta är 18 år eller äldre

Skalsteget används ej.

Bedömningen av utförd undersökning **talat starkt för** att den undersökta är 18 år eller äldre

Skalsteget används endast för manliga sökande.

Bedömningen av utförd undersökning **talat för** att den undersökta är 18 år eller äldre

Skalsteget används för både kvinnliga och manliga sökande.

Bedömningen av utförd undersökning **talat möjligen för** att den undersökta är 18 år eller äldre

Skalsteget används för både kvinnliga och manliga sökande.

Bedömningen av utförd undersökning **talat möjligen för** att den undersökta är under 18 år

Skalsteget används för både kvinnliga och manliga sökande.

Resultatet av utförd undersökning **talat för** att den undersökta är under 18 år.

Skalsteget används endast för kvinnliga sökande.

Resultatet av utförd undersökning **tillåter ingen bedömning** avseende den undersökta ålder relativt 18-årsgränsen.

Skalsteget används endast för kvinnliga sökande.

Referenser

1. Socialstyrelsen. Metoder för radiologisk åldersbedömning: En systematisk översikt. 2016 s. 88.
2. Socialstyrelsen. Åldersbedömning inom ramen för asylprocessen – En etisk analys. Socialstyrelsen; 2016.
3. SBU. Åldersbedömning med icke-radiologiska bedömningsmetoder. SBU; 2016.
4. European Asylum Support Office. EASO Practical Guide on Age Assessment: Second edition. 2018.
5. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A New System of Dental Age Assessment. *Human Biology*. maj 1973;45(2):18.
6. Krämer JA, Schmidt S, Jürgens KU, Lentschig M, Schmeling A, Vieth V. Forensic age estimation in living individuals using 3.0T MRI of the distal femur. *Int J Legal Med*. maj 2014;128(3):509–14.
7. Schmeling A, Schulz R, Danner B, Rösing FW. The impact of economic progress and modernization in medicine on the ossification of hand and wrist. *Int J Legal Med*. mars 2006;120(2):121–6.
8. Axelsson I. Bone maturation cannot be used to estimate chronological age in asylum-seeking adolescents. *Acta Paediatr*. 07 december 2018;apa.14645.
9. Haglund M, Garamendi González PM. A problematic dismissal of forensic age estimation. *Acta Paediatr*. 09 maj 2019;apa.14839.
10. Thevissen PW, Fieuws S, Willems G. Human dental age estimation using third molar developmental stages: does a Bayesian approach outperform regression models to discriminate between juveniles and adults? *Int J Legal Med*. januari 2010;124(1):35–42.
11. Olze A, Schmeling A, Taniguchi M, Maeda H, van Niekerk P, Wernecke KD, m.fl. Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *Int J Legal Med*. juni 2004;118(3):170–3.
12. Cameriere R, De Luca S, Ferrante L. Study of the ethnicity's influence on the third molar maturity index (I3M) for estimating age of majority in living juveniles and young adults. *Int J Legal Med*. 23 maj 2021;
13. Schmeling A, Reisinger W, Loreck D, Vendura K, Markus W, Geserick G. Effects of ethnicity on skeletal maturation: consequences for forensic age estimations. *International Journal of Legal Medicine*. 18 augusti 2000;113(5):253–8.
14. Alshamrani K, Messina F, Offiah AC. Is the Greulich and Pyle atlas applicable to all ethnicities? A systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol*. juni 2019;29(6):2910–23.

15. De Donno A, Angrisani C, Mele F, Introna F, Santoro V. Dental age estimation: Demirjian's versus the other methods in different populations. A literature review. *Med Sci Law*. januari 2021;61(1_suppl):125–9.
16. Dahlberg PS, Mosdøl A, Ding Y, Bleka Ø, Rolseth V, Straumann GH, m.fl. A systematic review of the agreement between chronological age and skeletal age based on the Greulich and Pyle atlas. *Eur Radiol*. juni 2019;29(6):2936–48.
17. Rolseth V, Mosdøl A, Dahlberg PS, Ding Y, Bleka Ø, Skjerven-Martinsen M, m.fl. Age assessment by Demirjian's development stages of the third molar: a systematic review. *Eur Radiol*. maj 2019;29(5):2311–21.
18. Ottow C, Schulz R, Pfeiffer H, Heindel W, Schmeling A, Vieth V. Forensic age estimation by magnetic resonance imaging of the knee: the definite relevance in bony fusion of the distal femoral- and the proximal tibial epiphyses using closest-to-bone T1 TSE sequence. *Eur Radiol*. december 2017;27(12):5041–8.
19. Socialstyrelsen. Om magnetkamera vid bedömning av ålder: En studie av validiteten i radiologisk undersökning. 2018 s. 75.
20. Saint-Martin P, Rérolle C, Pucheux J, Dedouit F, Telmon N. Contribution of distal femur MRI to the determination of the 18-year limit in forensic age estimation. *Int J Legal Med*. maj 2015;129(3):619–20.
21. Ekizoglu O, Er A, Bozdog M, Basa CD, Kacmaz IE, Moghaddam N, m.fl. Forensic age estimation via magnetic resonance imaging of knee in the Turkish population: use of T1-TSE sequence. *Int J Legal Med* [Internet]. 24 augusti 2020 [citerad 06 november 2020]; Tillgänglig vid: <http://link.springer.com/10.1007/s00414-020-02402-0>
22. 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. *J Forensic Sci*. 01 mars 1993;38(2):13418J.
23. Lee SH, Lee JY, Park HK, Kim YK. Development of third molars in Korean juveniles and adolescents. *Forensic Science International*. juli 2009;188(1–3):107–11.
24. Karadayi B, Kaya A, Afsin H, Ozaslan A, Çetin G. The usage of third molars to determine legally relevant age thresholds in Turkey. *Australian Journal of Forensic Sciences*. 03 juli 2015;47(3):275–82.
25. Zeng DL, Wu ZL, Cui MY. Chronological age estimation of third molar mineralization of Han in southern China. *Int J Legal Med*. mars 2010;124(2):119–23.
26. Johan NA, Khamis MF, Jamal NSA, Ahmad B, Mahanani ES. The variability of lower third molar development in Northeast Malaysian population with application to age estimation. 2012;10.
27. Olze A, Pynn BR, Kraul V, Schulz R, Heinecke A, Pfeiffer H, m.fl. Studies on the chronology of third molar mineralization in First Nations people of Canada. *Int J Legal Med*. september 2010;124(5):433–7.

28. Guo YC, Lin XW, Zhang WT, Yan CX, Pan F, Yan TL, m.fl. Chronology of third molar mineralization in a northern Chinese population. *Rechtsmedizin*. februari 2015;25(1):34–9.
29. Acharya AB, Bhowmik B, Naikmasur VG. Accuracy of Identifying Juvenile/Adult Status from Third Molar Development using Prediction Probabilities Derived from Logistic Regression Analysis. *J Forensic Sci*. maj 2014;59(3):665–70.
30. Konigsberg LW. Multivariate cumulative probit for age estimation using ordinal categorical data. *Annals of Human Biology*. 04 juli 2015;42(4):368–78.
31. Bleka Ø, Wisløff T, Dahlberg PS, Rolseth V, Egeland T. Advancing estimation of chronological age by utilizing available evidence based on two radiographical methods. *Int J Legal Med*. januari 2019;133(1):217–29.
32. Varkkola O, Ranta H, Metsäniitty M, Sajantila A. Age assessment by the Greulich and Pyle method compared to other skeletal X-ray and dental methods in data from Finnish child victims of the Southeast Asian Tsunami. *Forensic Sci Med Pathol*. december 2011;7(4):311–6.
33. Gelbrich B, Frerking C, Weiß S, Schwerdt S, Stellzig-Eisenhauer A, Tausche E, m.fl. Combining wrist age and third molars in forensic age estimation: how to calculate the joint age estimate and its error rate in age diagnostics*. *Annals of Human Biology*. 04 juli 2015;42(4):389–96.
34. Mostad P, Schmeling A, Tamsen F. Mathematically optimal decisions in forensic age assessment. *Int J Legal Med*. 15 december 2021;

Appendix

Tabell A.1: Beräknad tillförlitlighet för den gällande modellen

Beräknat mått	Man	Kvinna
	Knä eller tand, eller båda uppnått slutstadium	Tand uppnått slutstadium
Sensitivitet	0.78	0.24
Specificitet	0.90	0.97
PPV	0.89	0.88
NPV	0.80	0.56

Tabell A.1: Beräknad sensitivitet, specificitet, positivt prediktionsvärde (PPV= andel identifierade vuxna är vuxna), negativt prediktionsvärde (NPV= andel identifierade barn är barn) för modellen baserad på kombinationen knä och tand för män och enbart tand för kvinnor. Beräkningarna är gjorda med antagande om en jämn fördelning mellan 15 till 21 års ålder och där < 18 år är klassade som sant negativa och >18 år som sant positiva.

Tabell A.2(a): Logistiska regressionsmodellens koefficientvärden och signifikans för knä och tand, män.

	Koefficientvärde	Signifikans (p-värde)
Knä intercept	- 29.3164	< 0.001
Knä ålder	1.5686	< 0.001
Tand intercept	-18.6568	< 0.001
Tand ålder	0.9189	< 0.001

Tabell A.2(b): Logistiska regressionsmodellens koefficientvärden och signifikans för knä och tand, kvinnor.

	Koefficientvärde	Signifikans (p-värde)
Knä intercept	- 24.9819	< 0.001
Knä ålder	1.4476	< 0.001
Tand intercept	-16.4067	< 0.001
Tand ålder	0.7767	< 0.001

Tabell A.3(a): Logistiska regressionsmodellens kovariansmatris för knä och tand, män.

	Intercept	Ålder
Knä intercept	3.8550	-0.2056
Knä ålder	-0.2056	0.0110
Tand intercept	0.2472	-0.0122
Tand ålder	-0.0122	0.0006

Tabell A.3(b): Logistiska regressionsmodellens kovariansmatris för knä och tand, kvinnor.

	Intercept	Ålder
Knä intercept	4.0550	-0.2323
Knä ålder	-0.2323	0.0134
Tand intercept	0.1338	-0.0064
Tand ålder	-0.0064	0.0003

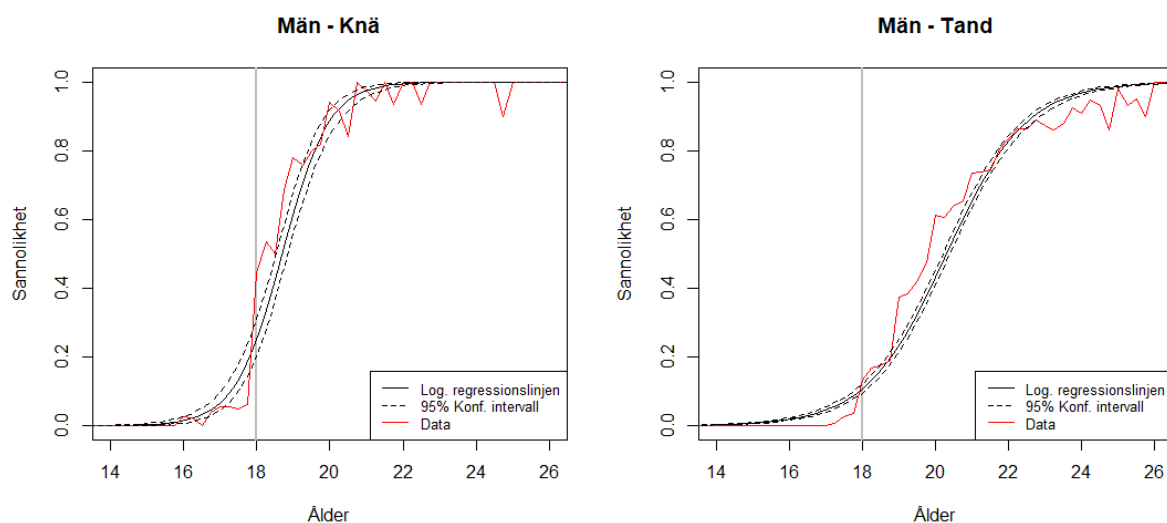
Den logistiska regressionsmodellen $p(x)$ är en funktion av värdet x och är givet på följande sätt:

$$p(x) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta x)}}$$

där α och β är koefficientvärdena för interceptet respektive den oberoende variabeln ålder.

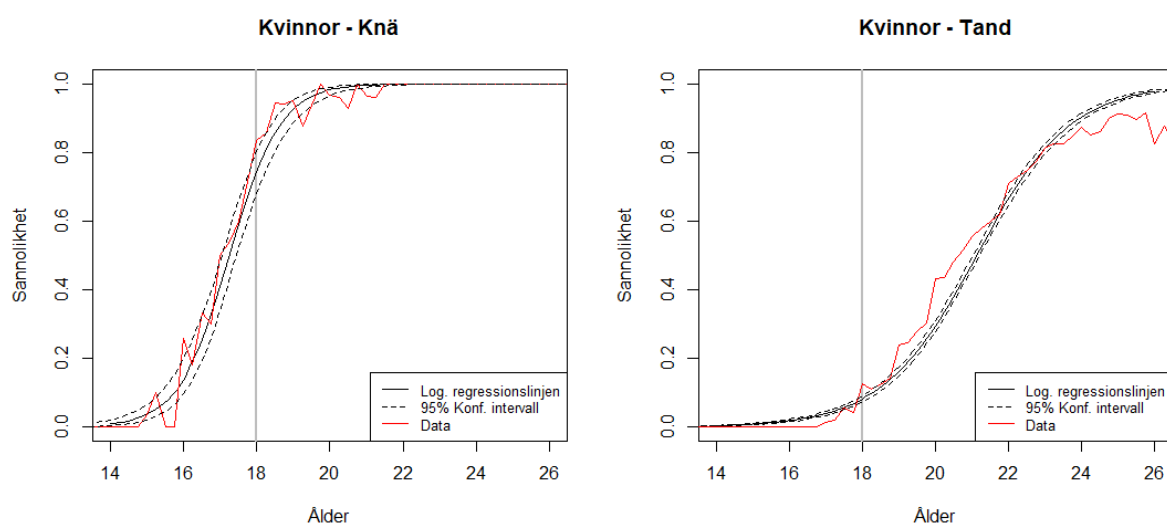
Värdet x är en given ålder som man sätter in i funktionen, därefter beräknas funktionens värde $p(x)$ ur formeln som är en sannolikhet mellan 0 och 1 som anger chansen om den ena indikator vid en given ålder är sluten.

Figur A.1 (a): Anpassade logistiska regressionsmodellen samt originaldata för män.



Figur A.1(a): Anpassade logistiska regressionsmodellen för knä respektive tand (svart linje) med 95% konfidensintervall (streckad linje), män. Originaldata (röd linje) motsvarar den beräknade proportionen data fördelat kvartalsvis.

Figur A.1 (b): Anpassade logistiska regressionsmodellen samt originaldata för kvinnor.



Figur A.1(b): Anpassade logistiska regressionsmodellen för knä och tand (svart linje) med 95% konfidensintervall (streckad linje), kvinnor. Originaldata (röd linje) motsvarar den beräknade proportionen data fördelat kvartalsvis.