

CBCT vid trauma mot extremiteter, i stället eller som komplement till konventionell röntgen?



Författare:

Johanna Hillebrand, Läkare
NU-sjukvården, BFM

Rapport 2023:08

FoUI-centrum Fyrbodal

Foto: Johanna Hillebrand. Bilden är godkänd för publicering.

Rapport 2023:08

FoU i VGR: <https://www.researchweb.org/is/vgr/project/280597>

Utförd i kurs Vetenskapligt Förhållningssätt
FoUII-centrum Fyrbodal

Handledare:

Ninni Sernert, professor, FoU-enheten NU-sjukvård

Sammanfattning

Året 2022 registrerades 710 000 frakturer i Svenska Frakturregistret. Inte alltid bedöms alla frakturer korrekt eller upptäcks överhuvudtaget och behöver undersökas med andra metoder än konventionell röntgen för att ställa rätt diagnos.

Litteraturstudien syftar på att undersöka om en speciell radiologisk modalitet, så kallad CBCT, där man kan se kroppsdelar i 3D format med låg stråldos, kan vara mer tillförlitlig än konventionell röntgen (CR) vid akuta åkommor mot extremiteter.

En sökning i PubMed gav 58 antal artiklar varav 7 studier var relevanta för frågan.

Sammantaget tyder studierna på att en CBCT undersökning är mer tillförlitlig vid akuta åkommor mot extremiteter än konventionell röntgen, men ej kan ersätta konventionell röntgen, utan bör användas som komplement.

Kort populärvetenskaplig sammanfattning

En litteraturstudie med syftet att undersöka om en speciell radiologisk modalitet liknande skiktröntgen, som kallas CBCT (Cone beam computer tomography), där man kan se kroppsdelar i 3D format, kan ersätta eller kompletterar konventionell röntgen vid akut trauma mot extremiteter. Litteraturstudien utfördes inte systematiskt varför resultaten bör tolkas med försiktighet.

Nyckelord

CBCT, konventionell röntgen, frakturer, ortopedi.

Innehållsförteckning

Introduktion	1
Syfte	2
Metod	2
Resultat	2
Diskussion.....	4
Referenser	7

Introduktion

Under året 2022 har det sammantaget registrerats 710 000 frakturer i svenska frakturregistret (1).

Att diagnosticera frakturer eller andra skador som tex främmande kroppar på extremiteter förekommer dagligen på akutmottagningar och är inte sällan en utmaning för radiologer. Konventionella röntgenbilder är lätt tillgängliga och har låg stråldos och är därmed första valet vid misstanke om fraktur, dock inte alltid tillförlitliga, se bilaga 1. Detta kan leda till att frakturer felbedöms, dvs att man missar eller klassificerar frakturer på fel sätt, vilket kan leda till fel behandling. Radiologiskt missade eller felbedömda frakturer utgör 41 - 80% av all feldiagnostik på akutmottagningar (2).

I första hand används konventionell röntgen (Conventional radiography, CR) vid misstänkta extremitetfrakturer. Datortomografi (Computer tomography, CT) väljs idag i första hand som komplement.

Under de senaste åren har man börjat använda en annan metod för att komplettera CR vid misstänkta eller konstaterade extremitetfrakturer. En så kallad cone beam computer tomography (CBCT) som sedan 1990-talet främst används för dentala och käkkirurgiska åkommor.

Till skillnad från en ordinär CT maskin ger denna inte flertal 2D slices, som sedan sätts ihop utan roterar 360 grader runt patienten och ger direkt 3D bilder vilket gör att stråldosen blir betydligt mindre (2 - 7 gånger mindre än ordinär CT). På en ordinär CT maskin rör sig patienten liggande på en brits och apparaten är still. På en CBCT-maskin sitter eller står patienten still och apparaten rör sig runt patienten, vilket gör det möjligt att ta även belastade bilder. En annan fördel är att CBCT enbart skulle användas för undersökning med frakturfrågeställning och då i akuta situationer inte är upptagen av andra undersökningar som ordinarie CT maskiner och därmed lättare tillgängligt (2). En nackdel är att CBCT har ett begränsat undersökningsområde i kvadratcentimeter (mellan 6x6cm och 18x16cm) vilket innebär att man kan missa patologi som ligger utanför undersökningsområdet (3).

Med tanke på ovan nämnda fördelar som låg stråldos, lätt tillgänglighet och möjlighet att ta belastade bilder ställer sig frågan om en CBCT undersökning i akutskede vid trauma mot extremiteter kan ersätta konventionell röntgen eller CT som komplement.

Syfte

Är att undersöka om CBCT kan ersätta eller utgöra ett komplement till CR vid trauma mot extremiteter.

Metod

I januari 2023 gjordes en sökning i Pubmed med söksträngar cbct fractures musculoskeletal som gav 14 träffar, varav 2 var relevanta för frågeställningen. Ytterligare söksträng (cbct fractures) AND (cbct orthopedic) gav 44 träffar varav 5 ansågs vara relevanta för frågeställningen. Enbart artiklar på engelska inkluderades.

Resultat

Mellan november 2012 och november 2014 gjorde Neubauer J. et al en retrospektiv randomiserad studie i Tyskland där 102 patienter med misstänkt scaphoideumfraktur undersöktes med CR och CBCT och bedömdes blindat av 4 radiologer /ortopedier. Medelålder på patienterna var 33 år (4). Av dessa hade 52% med CR och / eller CBCT verifierade scaphoideumfrakturer. CBCT visade statistiskt signifikant högre sensitivitet (0.93 vs 0.87), specificitet (0.96 vs 0.77), positiva prediktiva värden (0.96 vs 0.8) och negativa prediktiva värden (0.92 vs 0.84) jämfört med CR. Ett exempel visar bilaga 2. Interrater reliabiliteten mellan bedömande läkarna var signifikant högre för CBCT jämfört med CR. I 15% ledde diagnostiken med CBCT till byte av behandlingsmetod (konservativ / kirurgiskt).

Mellan oktober 2015 och oktober 2016 gjordes av Ricci M. et al en studie med 198 patienter där man jämförde CBCT vs CR i diagnostiken av fotled, fot, tibia plateau, handled, scaphoideum och armbågsfrakturer (5). Av de 198 patienter hade 143 CBCT verifierade frakturer och 55 hade ingen fraktur på CBCT. Man delade in patienterna i 4 grupper: Symtomatiska patienter utan synlig fraktur på CR, patienter med synliga frakturer utan symtom, patienter med symtom och synliga frakturer och patienter där man ville se läkningsprocessen.

Av de 143 positiva patienter var 21 (14,6%) negativa på CR, dvs falsk negativa (man såg ingen fraktur trots att det fanns en). Av de 55 negativa patienter bedömdes 19 (34,5%) positiv avseende frakturer på CR, dvs falsk positiva (man såg en fraktur, trots att det inte fanns någon fraktur).

Det gjordes en svensk retrospektiv studie där Krayem M. et al jämförde incidensen av carpala frakturer undersökt med konventionell röntgen under 6 månader 2013/2014 med incidensen av CBCT verifierade carpala frakturer under 6 månader 2016/2017 (6). Det inkluderades 643 patienter

i första tidsintervallet och 415 patienter i andra tidsintervallet. Bedömningen gjordes av två radiologer initialt och senare av en senior radiolog. Incidensen under 2013/2014 var 29/100 000 invånare och under 2016/2017 var den 92/100 000. Dessutom visade CBCT att fler ben var engagerade samt isolerade lunatumfrakturer som i tidigare studier visat sig vara sällsynta (0.5 - 1%) hade en andel på 8%.

I mars 2015 publicerade De Smet E. et al (7) en holländsk studie som gjordes mellan mars 2013 och januari 2014. Under 6 månader undersökte man 231 patienter med trauma mot små ben (finger, hand, handled, armbåge, tå, fot, fotled och knä) och jämförde CR med CBCT avseende frakturer och dess komplexitet, stråldos och granskningstid. Både CR och CBCT bedömdes av två av varandra oberoende radiologer och blindade gentemot tidigare resultat. Totalt bedömdes 110 kvinnor och 121 män med genomsnittlig ålder på 32+/- 4.2 år.

Resultatet visade att radiolog ett identifierade 35% fler frakturer på CBCT än på CR och radiolog två 37% fler. Radiolog ett och radiolog två såg 37 respektive 40 komplexa frakturer på CBCT jämförd med 11 och på 14 CR, vilket motsvarar 236% respektive 185% fler komplexa frakturer (se bilaga 3).

Stråldosen var signifikant högre på CBCT jämförd med CR 1 - 15.3 msv effective dose (ED) för CBCT mot 0,07-5msv ED för CR. Granskningstiden låg mellan 15 - 34 sekunder på CR och 51 - 83 sekunder på CBCT.

I september 22 publicerade Garrett E. Rupp et al. en studie på humeruscadaver där en osteotomi på mediala epikondylen skulle simulera en fraktur. Fyra olika dislokationer (6,9,14 och 18mm) undersöktes med CR, CT och CBCT och bedömdes av 4 olika barnortopedier, där en av dem upprepade bedömningen 2 veckor senare. Man jämförde CBCT, CT och konventionell röntgen avseende stråldos direkt på armbågen och 24 och 30cm bort, den simulerade thyroideastråldosen och den exakta mätningen av dislokationen (8).

Man kunde visa att stråldosen på själva armbågen var signifikant högre både för CT och CBCT jämfört med CR. Detta gällde även på 24 cm avstånd från, dock med lägre stråldoser, medan på 30 cm avstånd fanns ingen signifikant skillnad mellan CBCT och CR, däremot var stråldosen för CT 6.3 gånger högre.

Mätningarna av dislokationen hade större felaktighet på CR jämfört med CT och CBCT, men ej signifikant förutom i lateralprojektion.

Mellan 2019 och 2020 utfördes en engelsk studie av J.G. Golville et al där man undersökte 99 patienter (67% kvinnor) över 18 år (medelålder 44 år) med klinisk misstanke om scaphoidfrakturer där initiala CR var negativ och som jämfördes med CBCT direkt eller 1 dag senare och några fall även med magnetkamera (MR) (9).

Bedömningen gjordes av olika radiologer med muskuloskeletal inriktning (initiala CR av radiografer, som det är vanligt i England). Av de med CR primärt negativt bedömda frakturerna identifierades 25 frakturer på CBCT. Enbart två stycken av frakturerna var i scaphoideum. De övriga frakturerna var lokaliserade i distala radius (14 stycken), os trapezium (6 stycken) och andra små carpala ben. Utöver CR och CBCT undersöktes 12 patienter med MR där man såg en radiusfraktur och en scaphoideumkontusion som varken sågs på CBCT eller CR.

I januari 2021 publicerades en tysk studie av Jandl et al där man applicerade 20 olika främmande kroppar såsom metall, glas, sten, trä och taggar med en storlek på 0,5, 1 och 2mm och minimumavstånd på 2cm i kadaverhänder. Dessa undersöktes sedan med konventionell röntgen, DT, CBCT och MR (10). I kadaverhänderna injicerades det 200 partiklar subkutant och intramuskulärt. En schematisk ritning gjordes över var man applicerade dessa. Därefter undersöktes handen med CR, CBCT, CT och MR. Bedömning gjordes av en radiolog och en ortoped vid 2 tillfällen. Man använde samma radiologiska protokoll för alla undersökningar. CBCT hade högsta träffsäkerhet avseende metall, glas och sten (89.8%, 91.3% och 93.8%), därefter CT (93.8, 76.3, och 88.8%) medan CR gav 88,8%, 47,5% och 73,8%. MR hade signifikant lägre träffsäkerhet för glas (38.8%) och sten (52.5%), men högre för metall 97.5%. Trä och taggar kunde inte identifieras med någon metod, men sågs indirekt pga. gasbubblor vid MR. Effektiva stråldosen (ED) var 2ggr högre för CT jämförd med CBCT, och 2ggr högre för CBCT jämförd med CR.

Diskussion

Det övergripande resultatet av denna litteraturgenomgång visade att CBCT undersökningar har högre sensitivitet och specificitet än CR vid akut trauma mot extremiteter, framför allt avseende händer och fötter som har många små ben.

Studierna är huvudsakligen gjorda i europeiska länder med hög medicinsk standard. Av studierna som bedömdes ovan var tre av prospektiv design (5,7,9). I studien av Ricci et al (5) framkommer inga inklusionskriterier och ej heller vem eller hur många som bedömde bildmaterialet, vilket lämnar viss oklarhet.

I studien av De Smet E. et al kom man fram till att man inte skulle ersätta CR med CBCT i akutskedet främst pga stråldosen och då undersökningsområdet av en CBCT maskin är begränsat i cm vilket innebär ökad risk att man missar frakturer som ligger utanför. I denna studie undersöktes dock ett högt antal olika frakturer fördelad på relativ få personer, där det är oklart hur representativ resultatet är för varje enskild

fraktur. Men sammantaget visar resultatet en enhetlig riktning. I studien av J.G. Colville et al jämförde man CR med CBCT avseende scaphoideumfrakturer. Studien undersökte även interreliabiliteten mellan undersökande radiologer / radiografer. Enbart 2 scaphoideumfrakturer som ej sågs med CR påvisades med CBCT på 99 patienter vilket ej är representativt och kan möjligen beror på för hög genomsnittsålder (scaphoideumfrakturer brukar förekomma bland yngre människor (>30år). Scaphoideumfrakturer är oftast svåra att diagnosticera i akutskedet. Sensitiviteten för CR är 70% och missade frakturer eller för sent upptäckta frakturer kan leda till komplikationer som pseudartros (fel läkning) (11).

Två studier var retrospektiva (4,6), som anses ha lägre evidensgrad än prospektiva studier. Den tyska studien från Neubauer J. et al (4) visar på att CBCT är mer exakt i diagnostiken avseende scaphoideumfrakturer än CR. Möjligen finns en liten svaghet i inklusionskriterierna med hög andel inkonklusiva CR, som kan ge en falsk bild av diagnostiska värdet av CR. Den svenska studien från Krayem M. et al (6) är utförd i två olika tidsintervaller, vilket egentligen ej tillåter direkt jämförelse. Möjligen kunde externa faktorer som till exempel väder förfalska resultatet. Sedan har man förutsatt att det finns ett kausalt samband mellan ökad incidens av påvisade frakturer och modalitet, vilket ej är bevisad. Dock är skillnaden på incidensen mellan åren så pass hög att ett visst kausalt samband mellan ökad incidens och modalitet trots allt bör misstänkas.

Två studier var gjorda på kadaver (8,10). Undersökningar gjorda på kadaver innebär vissa svagheter, då skador på levande kroppsdelar utlöser till exempel inflammation, benödem eller mjukdelssvullnad som kan ge indirekta tecken på fraktur eller främmande kropp. Dessa parameter faller bort vid undersökning av kadaver, vilket gör att man lättare kan missa skadorna. Den ena studien från Garrett E. Rupp et al. (8) berör enbart precisionen av dislokationsmätning och är möjligen ej helt relevant för frågeställningen. Man kan dock allmänt visa att precisionen av att beskriva frakturer är signifikant större på CBCT än CR vilket ju i vissa fall är avgörande för behandlingsmetoden.

Flera artiklar diskuterar specifik scaphoideumfrakturer som enligt ovan är svåra att diagnosticera. Oupptäckta sådana kan leda till komplikationer. På patienter med fortsatt status trots negativ CR verkar CBCT ha ett extra högt värde att snabbt fria eller diagnosticera dessa frakturer. Flera studier berör stråldosen i jämförelse med CR men även ordinarie CT. Då man enbart scannar ett litet område på kroppen med CBCT och metoden skiljer sig från CT så är stråldosen betydligt lägre på CBCT än CT, dock klart högre än CR, vilket resulterar i att det inte är aktuellt att ersätta CR med CBCT, men att använda som komplement istället för CT. I vår verksamhet är trycket på akutverksamheten hög, vilket speglar sig i antalet akuta radiologiska undersökningar. Allt fler skador på extremiteter

önskar undersökas med CT för att ge bäst möjliga behandling. Särskild unga patienter som är fysiskt aktivare än äldre utsätts då för ökad stråldos och behöver vänta på sin CT undersökning, när CT-maskinen är upptagen av andra akuta åkommor som berör resten av kroppen (hjärna, buk, thorax). I vår verksamhet håller man på att införa CBCT. Det diskuteras i vilka fall och vilka typer av skador som anses vara lämpliga för att undersökas med CBCT.

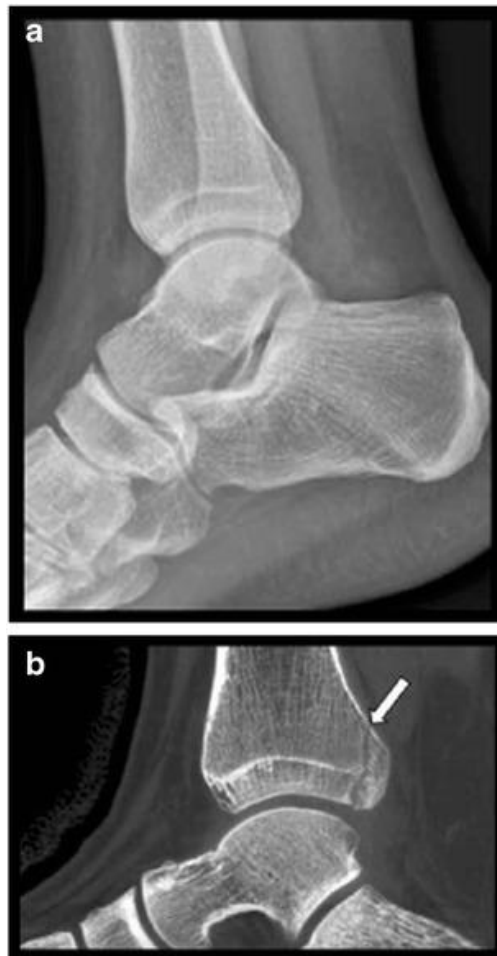
Möjligen kan denna litteraturstudie vara av värde i dessa frågor. Att undersöka ortopediska skador med CBCT är en relativt ny metod och det krävs mer forskning för att belysa när och hur CBCT ska användas.

Konklusion/slutsats

Sammantaget visar resultaten att CBCT påvisar fler frakturer och frakturer med ökad komplexitet jämfört med CR, men det innebär en ökad stråldos. En nackdel är också att undersökningsområdet i centimeter är begränsat, vilket innebär risk för att missa frakturer eller skador helt. I dagsläget bedöms inte CBCT kunna ersätta CR, utan utgör ett tillförlitligt komplement. Dock är detta ej en systematisk litteraturstudie och resultaten bör tolkas med viss försiktighet.

Referenser

1. Svenska frakturregistret 2022 URL: <https://sfr.registercentrum.se/> [åtkomst 2023-03].
2. Grassi R, Guerra E, Berritto D. Bone fractures difficult to recognize in emergency: May be cone beam computed tomography (CBCT) the solution?. *Radiol Med.* 2023;128(1):1-5. doi:10.1007/s11547-022-01584-4
3. Posadzy M, Desimpel J, Vanhoenacker F. Cone beam CT of the musculoskeletal system: clinical applications. *Insights Imaging.* 2018;9(1):35-45. doi:10.1007/s13244-017-0582-1.
4. Neubauer J, Benndorf M, Ehrhrit-Braun C, et al. Comparison of the diagnostic accuracy of cone beam computed tomography and radiography for scaphoid fractures. *Sci Rep.* 2018;8(1):3906. Published 2018 Mar 2. doi:10.1038/s41598-018-22331-8
5. Ricci PM, Boldini M, Bonfante E, et al. Cone-beam computed tomography compared to X-ray in diagnosis of extremities bone fractures: A study of 198 cases [published correction appears in *Eur J Radiol Open.* 2020 Dec 17;8:100308]. *Eur J Radiol Open.* 2019;6:119-121. Published 2019 Mar 13. doi:10.1016/j.ejro.2019.01.009
6. Krayem M, Weber Lensing C, Fornander L. Cone-beam computed tomography for primary investigation of wrist trauma provides a new map of fractures of carpal bones. *J Hand Surg Eur Vol.* 2021;46(6):621-625. doi:10.1177/17531934211001730
7. De Smet E, De Praeter G, Verstraete KL, Wouters K, De Beuckeleer L, Vanhoenacker FM. Direct comparison of conventional radiography and cone-beam CT in small bone and joint trauma. *Skeletal Radiol.* 2015;44(8):1111-1117. doi:10.1007/s00256-015-2127-3
8. Rupp GE, Farnsworth CL, Hughes JL, et al. A comparison of cone beam computed tomography, standard computed tomography and plain radiographs in the evaluation of medial epicondyle humerus fractures. *J Pediatr Orthop B.* 2022;31(5):434-441. doi:10.1097/BPB.0000000000000927
9. Colville JG, Ray A, Harris MA, Spencer N, Snaith B. Evaluating cone-beam CT in the diagnosis of suspected scaphoid fractures in the emergency department: preliminary findings. *Clin Imaging.* 2022;83:65-71. doi:10.1016/j.clinimag.2021.12.014
10. Jandl NM, Rolvien T, Rupp T, et al. Diagnostic yield of cone beam computed tomography for small foreign body detection in the hand in comparison with radiography, MSCT and MRI: an ex vivo study. *Injury.* 2021;52(10):2841-2847. doi:10.1016/j.injury.2021.01.017
11. Clementson M, Thomsen N, Björkman A. Diagnostik och behandling av akuta skafoideumfrakturer [Scaphoid fractures - Guidelines for diagnosis and treatment]. *Lakartidningen.* 2019;116:FL9M. Published 2019 Jun 18.

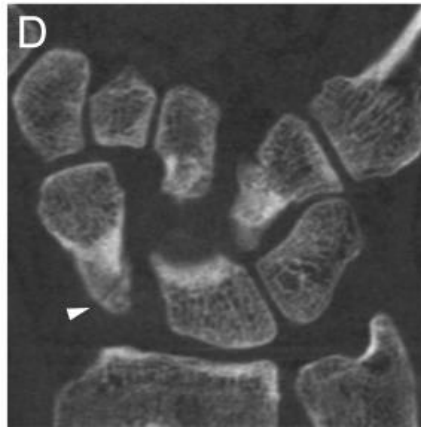
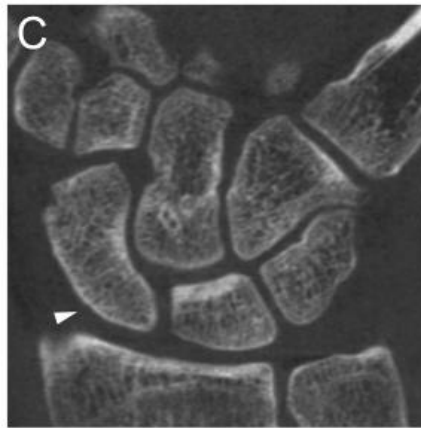


Fraktur i posteriora malleolen i en 16 årig kvinna. **a.** CR (lateral projektion) av fotleden visar ingen fraktur. **b.** Sagittal CBCT rekonstruktion visar en odislocerad fraktur genom posteriora malleolen med intraartikulär engagement (3).

Radiography



CBCT



29-årig man med trauma mot handen där klinisk misstanke finns för scaphoideumfraktur. Ingen fraktur påvisas på CR (A och B), därtill ses en klar fraktur på CBCT (C och D) (4).

	Radiolog 1	Radiolog 1	Radiolog 2	Radiolog 2
	CR	CBCT	CR	CBCT
Finger	13 (0)	20 (5)	12 (0)	20 (5)
Hand	5 (0)	8 (1)	6 (1)	10 (1)
Handled	18 (1)	24 (12)	14 (2)	20 (12)
Armbåge	8 (3)	8 (3)	8 (3)	10 (3)
Tå	9 (3)	13 (6)	10 (3)	13 (7)
Fot	11 (3)	16 (4)	12 (3)	14 (4)
Fotled	16 (1)	19 (6)	15 (2)	19 (8)
Knä	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
Total	81 (11)	109 (37)	78 (14)	107 (40)

Bilaga 1. Antal komplexa frakturer i parentes.



FoUII-centrum Fyrbodal
Vänerparken 15
462 35 Vänersborg

Hemsida: www.vgregion.se/fou-fyrbodal