

MĂSURĂTORI VOLUMETRICE DIRECTE ȘI IMAGISTICE ALE CAPULUI FEMURAL

CORINA DANIELA FRANDEȘ¹, MIRCEA SFERDIAN², ADRIANA RADU³, CASIANA STĂNESCU⁴

1,2,3,4, Universitatea de Vest “Vasile Goldiș” Arad,
Facultatea de Medicină Generală, Farmacie și Medicină Dentară.

Rezumat

Introducere:

În scopul stabilirii ultrerioare cu exactitate a lipsei de substanță de la nivelul capului femural din multiple maladii, lucrarea prezenta își propune măsurarea “întregului capul femural propriu-zis ca mai apoi aceasta să reprezinte baza de calcul și evaluare a eventualelor deteriorări osoase.

Material și metodă:

Lotul de studiu a fost constituit din preparate osoase :19 femure dintre care 11 de parte dreaptă și 8 oase de parte stângă. Menționăm că prepararea a avut loc în serviciul laboratorului nostru în perioada 2002-2007. Măsurătorile au fost efectuate prin doua metode. Prima metodă directă de măsurare fizică a capului femural iar a doua prin măsurare cu ajutorul unui software pe imaginile CT obținute.

Rezultate și discuții:

Una dintre cele mai impotante probleme sesizate în timpul măsurărilor directe și remarcată chiar de la început a fost gradul de deteriorare a preparatelor osoase datorat atât manipulărilor mai mult sau mai puțin îngrijite în timp. Prin aplicarea tehnicilor CT s-au obținut imagini successive la 1mm. Aplicarea ulterioară a software-ului de stabilire a volumului este însă dependentă de unele surse de eroare decelate pe parcurs. Cele două metode de apreciere volumetrică se suprapun într-un grad variabil pozitiv care poate încă fi supus unor corecturi .

Concluzii:

Aprecierea volumetrică a capului femural nu a intrat încă în seria măsurărilor de rutină consacrate și exacte suprapuse 100% pe măsurătorile volumetrice fizice. Considerăm că îmbunătățirea algoritmului computerizat ar duce la rezultate mai precise.

Cuvinte cheie: cap femural, tomografie computerizată cantitativă, geometria secțiunilor, măsuratori volumetrice fizice

Direct volumetric measurements of the femoral head

Abstract

Introduction:

For an exact subsequent determination of lack of substance in the femoral head in multiple diseases, this paper wishes to measure the “whole”, respectively the

femoral head, so that later on this would represent the basis of calculus of possible bone deterioration.

Material and method:

The lot that we studied was constituted of prepared bones: 19 femurs, out of which 11 were from the right side and 8 from the left side. The measurements were done by two methods. The first was the direct method of physical measurement of the femoral head and the second was the measurement with the aid of a software on the CT scans that we've performed.

Results and discussions:

One of the most important problems that arises during direct measurements, obvious from the very beginning, was the degree of deterioration of the prepared bones due to more or less careful manipulation over time. The CT scan technique obtained successive images at 1 mm interval. The subsequent use of the software that helps establish the volume depends on some sources of error. The two methods of volumetric assessment overlap to a positively variable degree that can still be subjected to corrections.

Conclusions:

The volumetric assessment of the femoral head is not yet a routine measurement, recognized and in 100% correspondence to the physical volumetric measurements. We consider that the improvement of the computerized algorithm would lead to more precise results.

Keywords: femoral head, physical volumetric measurements, quantitative computerized tomography, geometry of the sections

INTRODUCERE: Capul femural are o formă sferică globulară reprezentând între 2/3 a unei sfere după unii autori iar după alții puțin mai mult decât o emisferă ușor înclinat supero-medial și puțin anterior. Cea mai mare parte a convexității este situată superior și anterior. Suprafața netedă este acoperită de cartilaj hialin cu excepția depresiunii ovoidale reprezentată de fovea capului femural care este situată puțin inferior și posterior față de centrul capului femural și pe care se inseră ligamentul rotund. Capul femural reprezintă locul cel mai vulnerabil pentru dezvoltarea diverselor osteopatii cu diagnostice diferențiale subtile pornind de la boli degenerative până la metastaze osoase. Necroza avasculară de cap femural este caracterizată de zone de os trabecular și măduva moartă, cu extinderea și implicarea plăcii subcondrale. Aspectul anterolateral al capului vascular, principală regiune de stres mecanic, este de regulă implicată, însă orice regiune a capului femural poate fi implicată. Locul de dezvoltare al necrozei este de regulă imediat sub suprafața articulară de sprijin (de ex. Suprafața anterolaterală a capului femural). Acest loc este supus unui stres mecanic major. Necroza avasculară a

capului femural (NACF) reprezintă o cauză din ce în ce mai comună a dizabilității de tip musculoscheletal, care nu de puține ori ridică probleme de ordin diagnostic și terapeutic. Deși inițial, pacienții sunt asimptomatici, progresia necrozei avasculare a capului femural este spre distrugerea articulației, pacientul necesitând, de obicei, proteza totală de șold înaintea celei de-a 5-a decadă de viață. În lucrarea prezentă ne-am propus ca scop să găsim diverse tehnici de măsurare a “întregului”, adică a celor două treimi de sferă ce reprezintă capul femural propriu-zis, pentru ca aceste tehnici odată identificate și perfecționate să reprezinte o reală bază de calcul a țesutului necrozat din necroza avasculară a capului femural.

MATERIAL ȘI METODĂ. Măsurătoarea directă: pentru identificare am notat capetele femurale cu litera Q începând de la Q11a Q19 (capetele femurale din lotul de studiu) și ținând cont de faptul că de la Q11a Q11 inclusiv, s-au numerotat capetele femurale de parte dreaptă iar de la Q12 la Q19 s-au notat capetele femurale de parte stângă. Pentru a măsura volumul acestora am delimitat capul femural (suprafața netedă, articulară) de colul femural printr-o linie trasată cu un

marker colorat rezistent la apă. Au fost utilizate trei mensuri gradate în care s-a turnat apă până la un anumit nivel, dar în fiecare măsură alt nivel de umplere. S-au efectuat astfel trei măsurători volumetrice pentru fiecare cap femural, prin cufundare în cele trei mensuri pe rând a acestuia, până la linia de demarcație. În urma măsurătorilor a rezultat o valoare medie a volumului, pentru fiecare cap femural. La determinarea fiecărui volum mediu a rezultat o eroare cuprinsă între 0,13 cm³ și 0,17 cm³. Valoarea medie a volumului minim rezultat a fost V_{min}=53,23 cm³, iar valoarea medie a volumului maxim rezultat a fost de V_{max}=61,15 cm³.

Măsurătorile indirecte: Se realizează scanări ale celor 19 capete femurale prin metoda computer tomografică (CT) pe preparatele osoase (cap femural) la interval de 1 mm.[1] Pe fiecare secțiune se iau 8 coordonate x și altele y și se determină 8 puncte situate pe circumferința capului femural la o distanță de 45 de grade unul de celălalt, astfel: la 0 grade, la 45 de grade, la 90 de grade, la 135 de grade, la 180 de grade, la 225 de grade, la 270 de grade, și la 315 de grade. Se unesc aceste puncte determinându-se suprafața aproximativă a fiecărei secțiuni axiale a capului femural și diametrele transversale.[2] Știind că distanța dintre secțiunile CT este de 1 mm s-a determinat diametrul longitudinal. Având aceste date am calculat volumul capului femural scanat după formula la fiecare dintre cele 19 capete femurale notate de la Q1 la Q19

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Volumele V, obținute prin măsurare directă a capetelor femurale notate cu Q și volumele VCT ale aceluiași capete femurale, volume determinate cu ajutorul software-ului după imaginile CT au următoarele valori toate exprimate în cm³:

Capul femural Q1 a avut V1 =53,6 și VCT1 =48,38
 Capul femural Q2 a avut V2 =59,12 și VCT2 =53,29
 Capul femural Q3a avut V3 =53,51 și VCT3 =48,17
 Capul femural Q4 a avut V4 =53,23 =V_{mi} și VCT4 =47,90= V_{min}
 Capul femural Q5 a avut V5 =54,72 și VCT5 =49,28

Capul femural Q6 a avut V6 =56,16 și VCT6=50,57
 Capul femural Q7 a avut V7 =58,1 și VCT7 =52,37
 Capul femural Q8 a avut V8 =54,25 și VCT8 =48,80
 Capul femural Q9 a avut V9 =61,15=V_{ma} și VCT9 =55= V_{max}
 Capul femural Q10 a avut V10 =57,24 și VCT10 =51,56
 Capul femural Q11 a avut V11=55,85 și VCT11 =50,21
 Capul femural Q12 a avut V12=55,20 și VCT12 =49,68
 Capul femural Q13 a avut V13=54,15 și VCT13=43,79
 Capul femural Q14 a avut V14=53,72 și VCT14=48,38
 Capul femural Q15 a avut V15=53,90 și VCT15 =48,51
 Capul femural Q16 a avut V16=56,34 și VCT16 =50,74
 Capul femural Q17 a avut V17=55,48 și VCT17 =49,91
 Capul femural Q18 a avut V18=53,81 și VCT18 =48,37
 Capul femural Q19 a avut V19=57,14 și VCT19 =51,47

Se observă că volumele capetelor femurale măsurate cu software-ul după imaginile obținute prin scanări CT sunt mai mici decât volumele măsurate prin metoda fizică, cu aproximativ 10%. De asemenea se poate constata că volumele minim și maxim corespund în ambele măsuratori. Diferențele dintre valorile volumelor măsurate prin metodele fizice sunt datorate în primul rând cauzelor de eroare umană (capetele femurale nu au fost scufundate de fiecare dată exact până la limita marcată cu markerul colorat, după cum nu se poate garanta că aceasta demarcație făcută manual are o exactitate de 100%). O altă eroare de apreciere a volumului pe cale fizică poate fi dată de acoperirea cu apă a suprafețelor capetelor femurale erodate prin manipulări anterioare ceea ce poate duce la o creștere deși infimă a volumului măsurat în mensurile a doua și a treia.

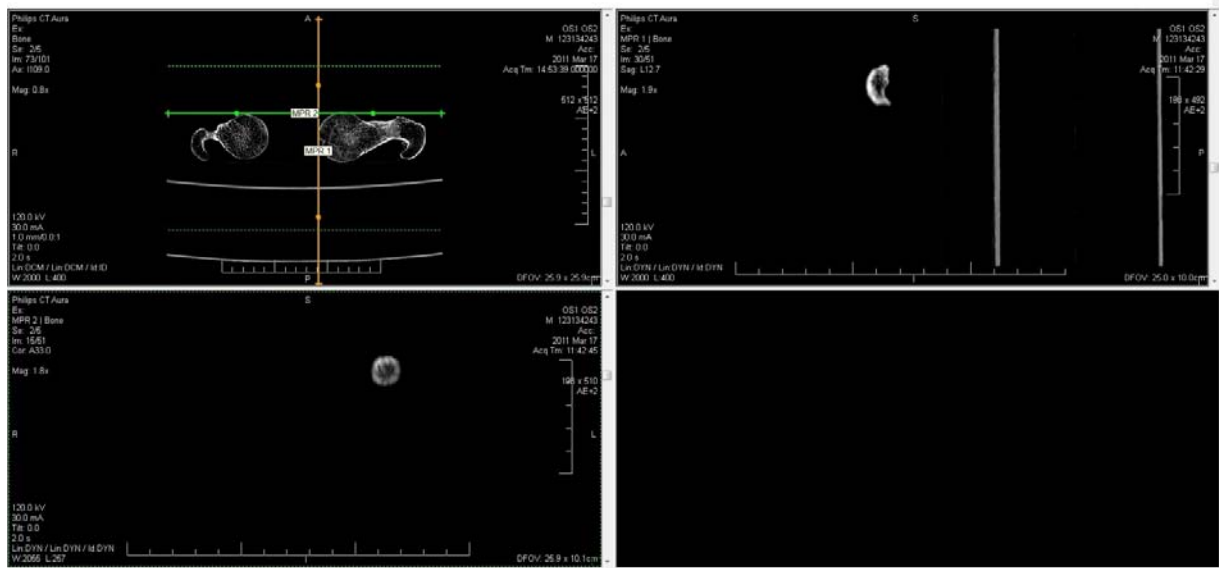


Fig.1. Reconstrucție 3D a capului femural în urma scanării CT - imagini secțiuni sagitale și frontale.

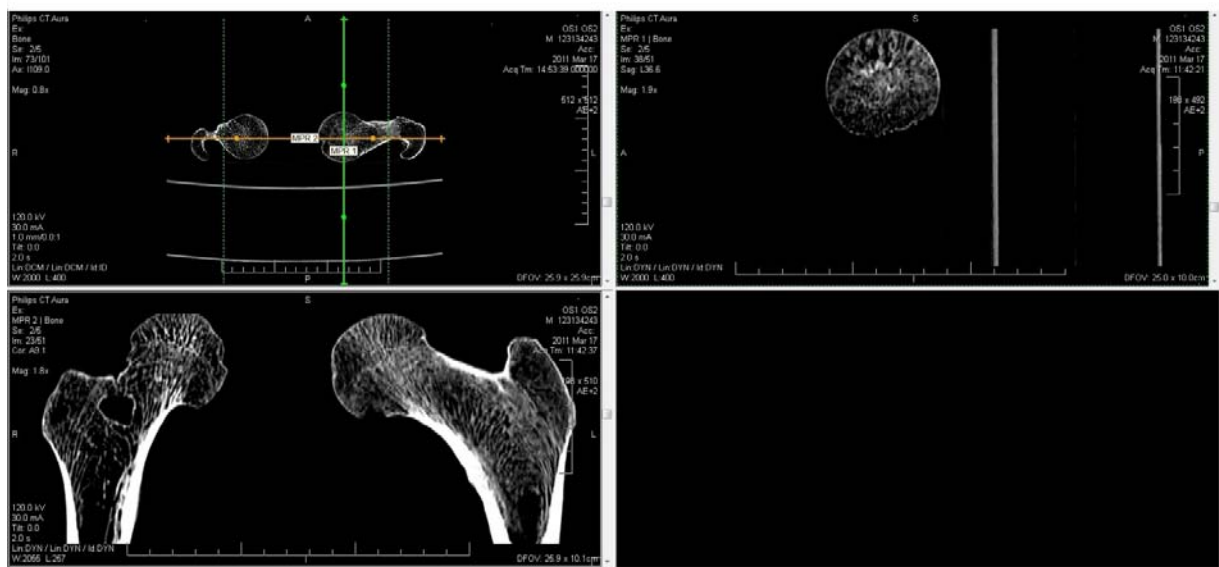


Fig.2. Reconstrucție 3D a capului femural în urma scanării CT - imagini secțiuni sagitale și frontale

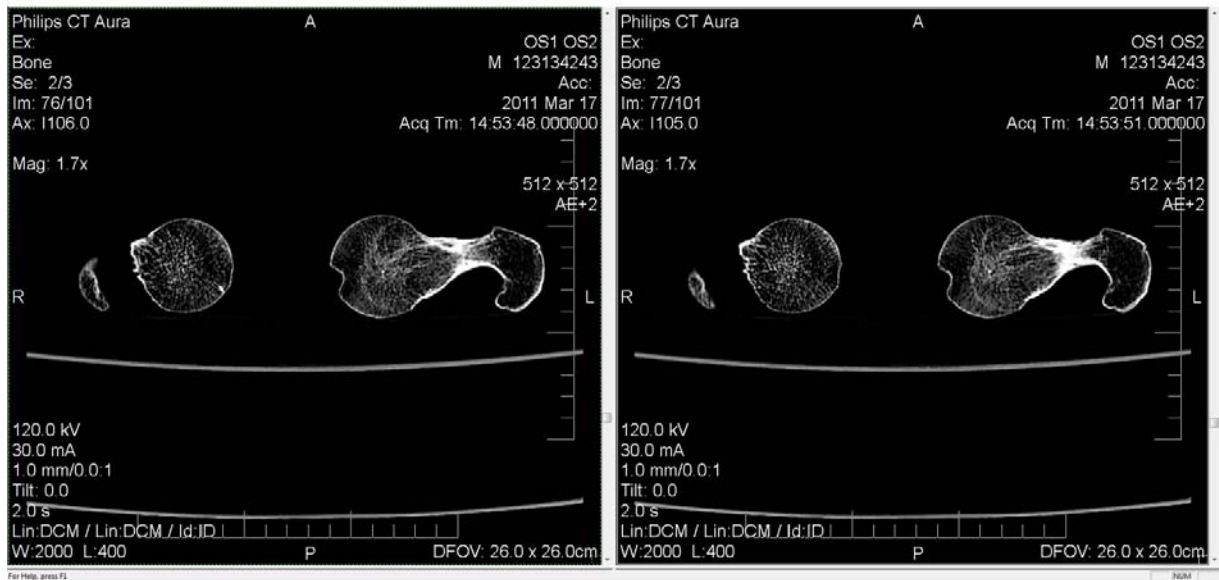


Fig.3. Reconstrucție 3D a capului femural în urma scanării CT - imagini secțiune axială



Fig.4. Determinarea punctelor de referință în stabilirea diametrelor maxime - secțiune axială CT

Sursele de eroare cărora se datorează diferențele obținute în măsurarea volumetrică printr-un software aplicat pe secțiunile CT sunt: acuratețea alegerii punctelor pe circumferința secțiunilor CT [3]. Pentru o mai bună acuratețe ar trebui găsit și folosit un program de alegere automată a punctelor iar

reconstrucția suprafețelor prin folosirea celor opt puncte stabilite de noi ar putea fi optimizată prin alegerea mai multor puncte, de exemplu la 12 grade, deci 30 de puncte, sau la 10 grade, deci 36 de puncte, obținându-se astfel o suprafață plană măsurabilă cu mai multă exactitate.[4] De asemenea dacă distanța

dintre secțiuni ar fi mai mica de 1mm (cum s-a utilizat în studiul prezent) ar duce la o reconstituire mai exactă, mai fidelă a volumului capului femural. Cele doua metode de apreciere volumetric se suprapun însă într-un grad variabil pozitiv care poate încă fi supus deci corecturilor arătate.

CONCLUZII

Metodele de măsurare volumetrică folosite sunt destul de precise obținându-se rezultate sensibil egale. Astfel se poate trage concluzia că pentru reconstrucția volumetrică a capului femural, utilizarea CT în combinație cu un software pentru calcul volumetric este cea mai eficientă metodă erorile fiind de aproximativ 10%. Considerăm că îmbunătățirea algoritmului computerizat ar duce la rezultate și mai precise. Deoarece la intervenția chirurgicală asupra capului femural este necesar să se cunoască cu precizie volumul osos afectat, sau volumul procesului patologic ca făcând parte dintr-un întreg, reprezintă motivația studiului de față.

CUVINTE CHEIE: cap femural, tomografie computerizată cantitativă, geometria secțiunilor, măsurători volumetrice fizice.

Bibliografie

1. T.F. Lang, J.H. Keyak, M.W. Heitz, P. Augat, Y. Lu, A. Mathur, bone strength, Volume 21, Issue 1, Bone, Official Journal of the International BoneH.K. Genant Volumetric quantitative computed tomography of the proximal femur: Precision and relation to and Mineral Society Pages 101-108 (July 1997)
2. Ficat RP, Arlet J. Functional investigation of bone under normal conditions. In: Hungerford DS, ed. Ischemia and Necrosis of Bone. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins;1980:29.
3. Naito M, Ogata K, Moriguchi H. Quantitative bone scanning of the hip. Comparison between the perfusion and static phases. Int Orthop. 1996;20(5):311-4. [Medline].
4. Sarikaya I, Sarikaya A, Holder LE. The role of single photon emission computed tomography in bone imaging. SeminNucl Med. Jan 2001;31(1):3-16