

CONSIDERAȚII PRIVIND TIMPUL DE UTILIZARE A UNEI PROTEZE TOTALE DE ȘOLD

CONSIDERATIONS CONCERNING THE HIP SURGERY USING TIME AFTER ARTHROPLASTY

Radu VIȘAN *, Marjan MIHAJLOV **, Florin BAUȘIC ***

*- asistent univ. dr, Spitalul de Urgență Sfântul Pantelimon, București

** - drd, Spitalul Clinic de Urgență București

***-prof.univ.dr.ing. Facultatea de Inginerie Mecanică și Robotică în Construcții, U.T.C. București

Rezumat: *Articolul are ca obiectiv determinarea timpului de utilizare a unei proteze totale de șold în vederea efectuării unor exerciții de recuperare propuse de către kinetoterapeut.*

Cuvinte cheie: *proteza totală de șold, timp de utilizare, model analitic*

Abstract: *The purpose of this article is to determine the time of use of a total hip prosthesis in order to perform some recovery exercises proposed by the physiotherapist.*

Key words: *total hip prosthesis, time of use, analytical model*

INTRODUCERE

Aparatul locomotor al omului este format din următoarele elemente: oase, articulații, ligamente și mușchi. Acestea prin interacțiuni complexe între componente precum și între elemente și mediu generează susținerea corpului și deplasarea.

Din punct de vedere anatomic, articulația este un sistem format din componente pasive și elemente active. Articulația este o structură mobilă, iar ligamentele au rol de a limita mecanic potențialul de mișcare, de a ghida suprafața de contact și de a rigidiza articulația.

Articulația șoldului (coxo-femurală) este o articulație de tip sinovial și face legătura între osul femural (capul femural) și scheletul bazinului (cavitatea acetabulară) (figura 1) [1].

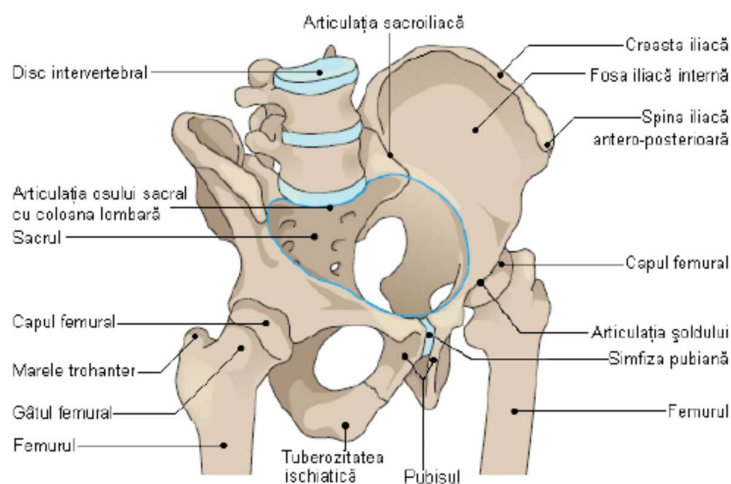


Fig. 1. Scheletul osos al articulației șoldului și bazinului [1]



Fig. 2. Articulația șoldului [2]

Femurul este un os lung, pereche și nesimetric, care alcătuiește scheletul coapsei. Prezintă o extremitate superioară (capul femural), un corp (corpul femural) și o extremitate inferioară (condilii femurali). Capul femural, aflat la extremitatea superioară, are forma aproape sferică.

Suprafețele articulare sunt cavitatea acetabulară și capul femural, care formează împreună o articulație sferoidă (capsula articulară) (Fig.2) [2].

În teza sa de doctorat intitulată: "Contribuții la studiul comportării în exploatare a elementelor de protezare", Universitatea Brașov, 2011, Corneliu Druga, obține un model virtual al articulației șoldului bazat pe extragerea de date de la un tomograf 3D, date care apoi sunt importate și prelucrate de către un program de imagistică medicală rezultând imaginile din figura 3.

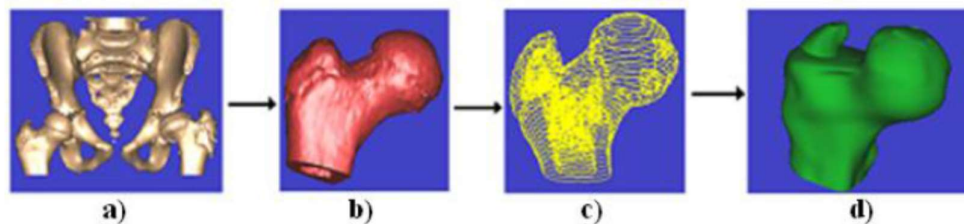


Fig. 3. a) Modelul virtual al articulației șoldului.; b) modelul virtual al osului femural; c) determinarea liniilor de contur (polilinii în CAD); d) modelul IGES al osului femural

Pentru proiectarea și construcția unei proteze de șold trebuie să se cunoască tipul de solicitări dinamice la care este supusă articulația de șold.

Apariția durerii este de cele mai multe ori datorată diferitelor afecțiuni ale articulației de la nivelul șoldului. Pacienții acuză dureri la nivelul șoldului ce nu cedează la administrarea antiinflamatoarelor, afectând astfel viața cotidiană.

Dacă medicația prescrisă, nu ajută la ameliorarea simptomelor durerii atunci artroplastia șoldului este singura soluție de a scăpa de dureri și de a reveni la confortul dat de o viață normală.

Operația de protezare a șoldului este recomandată atunci când afectarea articulației coxofemorale determină dureri ale șoldului care limitează activitățile zilnice normale, așa cum sunt mersul, urcatul scărilor, treburile casnice.

1.TIPURI DE PROTEZE DE SOLD

Protezele de șold folosite în ortopedia modernă se împart în două mari categorii: proteze cimentate și proteze necimentate.

Proteza de șold se alege în funcție de activitatea fizică pe care pacientul o are în viața de zi cu zi. Pentru un pacient tânăr, se recomandă proteza ceramică cu polietilenă cross-linked. Dacă pacientul este trecut de 50 de ani, se recomandă o proteză de șold necimentată cu frecare ceramică cu ceramică. Dacă pacientul este mai în vârstă și are un grad avansat de osteoporoză, i se poate recomanda o proteză cimentată de șold.

2. PROTEZE DE ȘOLD CU FRECARÉ DE ROSTOGOLIRE

Institutul de Mecanica Solidelor al Academiei Romane a propus în anul 2000, o variantă constructivă de proteză totală de șold MOM cu frecare de rostogolire [7]. Între cap și cupa acetabulară era interpus un pat de bile de 2,5 mm diametru, fără colivie, transformând mișcarea dintre cupă și capul femural în frecare de rostogolire (Fig4).

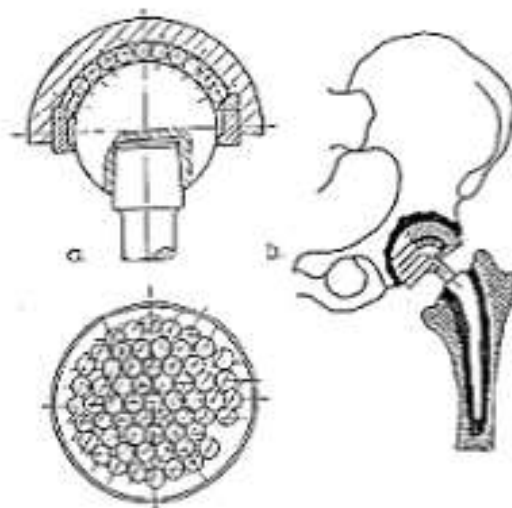


Fig. 4. Proteza totală de șold MOM cu frecare de rostogolire [7]

Modelul care s-a utilizat a fost un model spațial care conține 199 de bile dispuse pe 12 rânduri.

În prezentul articol se consideră un model plan prezentat fizic în figura 5, [7] și analitic în figura 6.



Fig. 5. Cupa acetabulară și bilele [7]

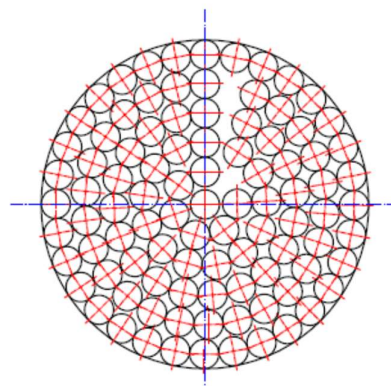


Fig. 6. Modelul analitic

3. DETERMINAREA TRAIECTORIEI UNUI PUNCT SITUAT PE DOUĂ BILE IDENTICE CE SE ROSTOGOLESC

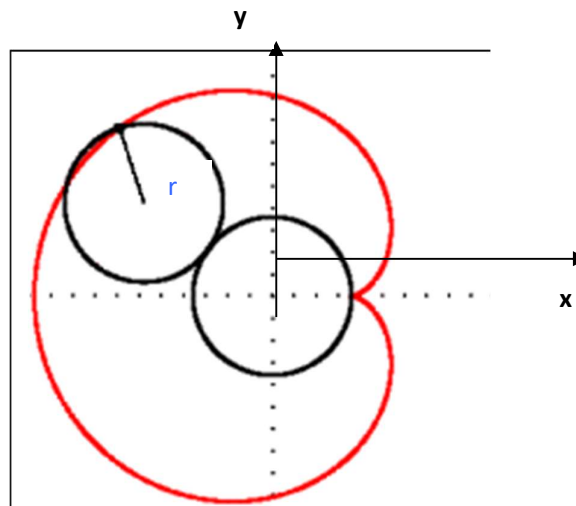
Se consideră două cercuri de raze egale r , unul considerat fix și altul mobil. Cercul mobil se rostogolește peste cel fix.

Conform rezultatelor din literatură, curba descrisă de un punct situat pe cele două cercuri este o cardioidă prezentată în figura 7, de ecuații carteziene:

$$\begin{cases} x = 2r \cos t(1 - \cos t) \\ y = 2r \sin t(1 - \cos t) \end{cases} \quad (1)$$

Lungimea arcului de cardioidă poate fi calculat din relația:

$$s = \int_0^{2\pi} \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} dt \quad (2)$$



unde:

Fig. 7. Generarea cardioidei

s - lungimea arcului;

$\dot{x}$ - derivata de ordinul întâi în raport cu timpul a lui x ;

$\dot{y}$ - derivata de ordinul întâi în raport cu timpul a lui y .

Efectuând calculele rezultă:

$$s = 16.r \quad (3)$$

4. DETERMINAREA ANALITICĂ A TIMPULUI ÎN CARE TOATE BILELE SUNT ÎNTR-O UZURĂ INCIPIENTĂ

Apariția uzurii incipiente se consideră atunci când toate cele 199 bile de rază r sunt toate acoperite pe suprafața exterioară de arii formate din lungimea arcului de cicloidă x , o latură având valoarea de o sutime de micron.

$$\text{Deci aria bilei de raza } r = 2,5 \text{ mm este } A = 4\pi r^2 = 78,5 \text{ mm}^2 \quad (4)$$

$$\text{Lungimea arcului de cardioidă } s = l_1 = 16.r = 40 \text{ mm} \quad (5)$$

$$\text{Aria de uzură incipientă } A_{uzura} = 40.10^{-5} = 4.10^{-4} \text{ mm}^2 \quad (6)$$

Considerații privind timpul de utilizare a unei proteze totale de șold

Numărul de arii de uzură incipientă necesare să acopere suprafața exterioară a bilei este:

$$n = \frac{A}{A_{uzura}} = \frac{78,5}{4 \cdot 10^{-4}} = 196250$$

Pentru a determina timpul în care apare această uzură incipientă s-a rulat un program în Matlab în care s-au determinat pentru un model cu 199 de grade de libertate:

- a) cele 199 de pulsații proprii;
- b) cele 199 de frecvențe proprii;
- c) cele 199 de perioade de vibrații;
- d) cele 199 de viteze ale centrelor celor 199 de bile;
- e) cei 199 timpi în care fiecare bilă având viteza v_i parcurge arcul de cardioida s ;
- f) suma celor 199 de timpi de parcurgere.

Instrucțiunile programului și rezultatele rulării se întind pe 22 de pagini care pot fi anexate la cerere.

Din rularea programului s-a constatat că suma celor 199 de timpi de parcurgere este $T_i = 673,1s$.

Deci timpul total după care apare uzura incipientă este de o sutime de micron. Pe toate suprafețele bilelor, timpul de uzură poate fi calculat cu ajutorul relației:

$$T_{uzura} = \frac{T_i \cdot n}{3600 \cdot 8 \cdot 365} = \frac{673,1 \cdot 196250}{3600 \cdot 8 \cdot 365} = 12,56 \text{ ani}$$

dacă s-a considerat că se deplasează 8 ore pe zi timp de 365 de zile pe an.

CONCLUZII

Pentru o proteză clasică totală de șold, timpul de funcționare este de 10 ani în 90% din cazuri.

Conform datelor din Swedish Prosthesis Register, timpul de funcționare pentru o proteză clasică totală de șold este de aproximativ 15 ani.

Analiza noastră simplificată din acest articol arată un timp de 12,56 ani deci se încadrează în intervalul specificat mai sus, între 10 și 15 ani.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

- [1] Mihajlov Marjan - *Rolul exercițiului terapeutic în recuperarea după artroplastia de șold*; referat 1 în cadrul doctoratului. Universitatea Craiova 2021.
- [2] Mihajlov Marjan - *Abordări recente privind obiectivizarea programelor de recuperare la pacienții cu proteză de șold*; referat 2 în cadrul doctoratului. Universitatea Craiova 2021.
- [3] Mihajlov Marjan - *Studiul constatativ a practicilor curente în recuperarea pacienților cu PTȘ în România*; referat 3 în cadrul doctoratului. Universitatea Craiova 2022.
- [4] Mihajlov Marjan, Marian Dragomir, Alexandra Bausic, Calin Vutan. (2023). *Some aspects concerning the patient's rehabilitation of the total hip arthroplasty- TPERJ*, vol 16 (20) ,50-54, Timisoara.
- [5] Best, A. J., Fender, D., Harper, W. M., McCaskie, A. W., Oliver, K., & Gregg, P. J. (1998). *Current practice in primary total hip replacement: results from the National Hip Replacement Outcome Project*. Annals of the Royal College of Surgeons of England, 80(5). 350-355 y Best annrcse01615-
- [6] Colibazzi, V., Coladonato, A., Zanazzo, M., & Romanini, E. (2020). *Evidence based rehabilitation after hip arthroplasty*. HIP International, 30(2_suppl), 20-29.
- [7] L. Capitanu and V. Florescu, *An Overview of the Researches on Hip Prosthesis with Rolling Friction*, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015.