DETERMINAREA FORȚEI DE SMULGERE DINTRE CILINDRUL OSTEOCONDRAL ŞI TUNELUL PRIMITOR ÎN TRANSPLANTUL OSTEOCONDRAL AUTOLOG

R. FLEACĂ[1], M. ROMAN[2], V. OLEKSIK[3], A. PASCU[4], C. DEAC[5], I. BAIER[6]

[1,2,3,4,5,6]*Universitatea "Lucian Blaga"din Sibiu*

Cuvinte cheie: *transplant osteocondral autolog, smulgere, tunel primitor, cilindru osteocondral*

Rezumat: *Transplantul osteocondral autolog este o tehnică prin care se recoltează cilindri osteocondrali dintr-o zonă donoare şi se implantează în zona defectului cartilaginos, ceea ce realizează repararea defectului. Stabilitatea cilindrilor transplantați influențează recuperarea şi rezultatul final. Scopul acestui studiu este de a determina forța de smulgere dintre cilindrul osteocondral şi tunelul primitor. Pentru aceasta am realizat 4 tuneluri la nivelul condililor unui femur de vită în care am transplantat câte un cilindru osteocondral ancorat de tije metalice în ax. Femurul astfel prelucrat a fost poziționat în Maşina de încercare Instron 5587, apoi s-a realizat tracțiunea în ax pentru fiecare cilindru separat până la smulgerea lor din tunel. Rezultatele obținute arată că cilindrul transplantat prezintă o bună rezistență la smulgere. Forța de smulgere creşte relativ rapid până la valoarea maximă, după care scade lin până la 100 N. Cilindrul se deplasează în tunel 35-40% din lungimea sa până se atinge forța maximă de smulgere*

Keywords: *autologous osteochondral transplantation, pull out, receiving tunnel, osteochondral plug*

Abstract: *The Osteochondral Autologous Transplantation is a technique which uses to implants in the area of a chondral defect osteochondral plugs harvested from a donor area for filling chondral defects. The stability of the plugs influence the outcome and the rehabilitation. The purpose of this study is to determine the pull out force between the plug and the receiving tunnel. We have performed 4 tunnels in a beef femoral condyle in each of them we have grafted a plug anchored by a metal wire. The femur was positioned in the Instron 5587 Testing Machine, then we have applied traction for each of the cilinders separately in ax until they were pulled out. The results shows that the plug has a good pull out resistance. The pull out force is increasing quickly until it's maximum then it's decreasing slowly at 100 N. The plug is moving inside the tunnel 35-40% of it's lenght until it reach the maximum pull out force.*

INTRODUCERE

Cartilajul articular are un potențial limitat de reparare spontană. Atunci când se produce, repararea unei leziuni condrale este parțială, iar țesutul de reparație este un fibrocartilaj cu proprietăți mecanice mult inferioare cartilajului hialin. Transplantul osteocondral autolog este o tehnică prin care se recoltează unul sau mai mulți cilindri osteocondrali dintr-o zonă donoare şi se implantează în zona defectului cartilaginos, ceea ce realizează repararea defectului prin cartilaj hialin. (1, 2) Stabilitatea cilindrilor transplantați influențează recuperarea şi rezultatul final. (3)

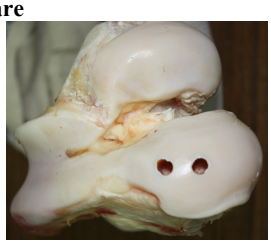
SCOPUL LUCRĂRII

Scopul acestui studiu este de a determina forța de smulgere dintre cilindrul osteocondral şi tunelul primitor, acesta fiind o caracteristică o țesutului osos şi având rol în stabilitatea primară a transplantului. (4)

MATERIAL ŞI METODĂ

Pentru aceasta am preparat un femur de vită proaspăt. După deperiostare şi îndepărtarea ligamentelor am realizat 4 tuneluri primitoare cu adâncimea de 20 mm la nivelul condililor femurali. (figura nr. 1) Poziționarea tunelurilor a fost astfel efectuată încât după fixarea femurului în subansamblul inferior la nivelul Maşinii de încercare universală Instron 5587 să poată fi poziționate în axul tunelului vertical. După realizarea unui transplant osteocondral la nivelul unui condil femural, cilindrul osteocondral a fost supus unei forțe de tracțiune pentru a determina forța necesară pentru smulgerea acestuia de la nivelul tunelului primitor şi implicit forța necesară pentru mobilizarea cilindrului osteocondral în tunelul primitor.. În acest mod s-a putut efectua solicitarea la tracțiune a cilindrilor transplantați de-a lungul axului acestora. Tracțiunea a fost efectuată cu forțe ce au crescut constant de la 0 N până la smulgerea cilindrului osteocondral din tunelul primitor.

Figura nr. 1. Femur de vită la nivelul căruia au fost realizate tuneluri primitoare



În continuare, s-au prelevat 4 cilindri osteocondrali cu diametrul de 8 mm de la nivelul trohleei femurale ale aceluiaşi femur. Lungimea acestor cilindri a fost măsurată pentru calculul forțelor de smulgere. Fiecare cilindru a fost găurit central de-a lungul axului longitudinal, şi prin acest orificiu a fost introdusă o tija metalică la al cărei capăt a fost sudat un inel metalic ce a rămas la nivelul bazei cilindrului (fig. 2.). Lungimea fiecărui cilindru prelevat a fost de aproximativ 15 mm, ceea ce a lăsat un spațiu la baza tunelului primitor, spațiu în care s-a poziționat inelul sudat pe tija de tracțiune.

După montarea tijei la nivelul cilindrilor

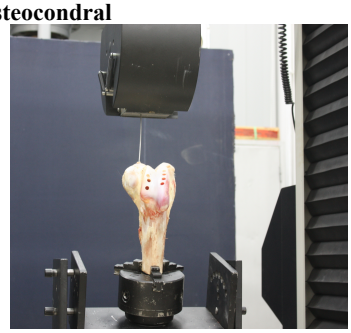
[1]Autor Corespondent: R. Fleacă, Facultatea de Medicină "Victor Papilian" Sibiu Str. Lucian Blaga, Nr.2A, Sibiu, 550169, România, e-mail: rfleaca@yahoo.com, tel +40-0722604405

ACTA MEDICA TRANSILVANICA Martie 2010; 2(1):59-61

osteocondrali, s-a realizat transplantul unui cilindru într-un tunel primitor, apoi s-a fixat femurul în subansamblul inferior al standului, iar capătul liber al tijei tractoare s-a fixat la nivelul bacului superior al maşinii Instron 5587 (fig. 3.).

Figura nr. 2. Cilindri osteocondrali prelucraţi, 2 dintre ei având introduse tijele utilizate la solicitarea de tracţiune

Figura nr. 3. Femur de vită poziţionat în maşina de încercare universală Instron 5587 în timpul încercării la tracţiune, în vederea determinării forţei de smulgere a cilindrului osteocondral



Acest test a fost repetat de 4 ori pentru corecţia erorii experimentale. Fiecare încercare a fost efectuata cu un alt cilindru osteocondral, fiecare cilindru fiind transplantat în alt tunel primitor. Rezultatele acestor teste de tracţiune ale cilindrilor osteocondrali sunt prezentate în Tabelul nr. 1.

Aşa cum s-a precizat şi în paragrafele anterioare, lungimea fiecărui cilindru a fost măsurata direct cu şublerul, aria desfăşurată a suprafeţei de contact dintre cilindrul osteocondral şi tunelul primitor fiind calculată după relaţia următoare:

$$S_{Desf} = 2\Pi R_{Cil} * L_{Cil}$$

Parametrii forţelor de încărcare şi deplasare a cilindrilor au fost obţinuţi din datele culese de softul maşinii cu care s-a realizat încercarea.

Tabelul nr. 1. Rezultatele testelor de tracţiune ale cilindrilor osteocondrali

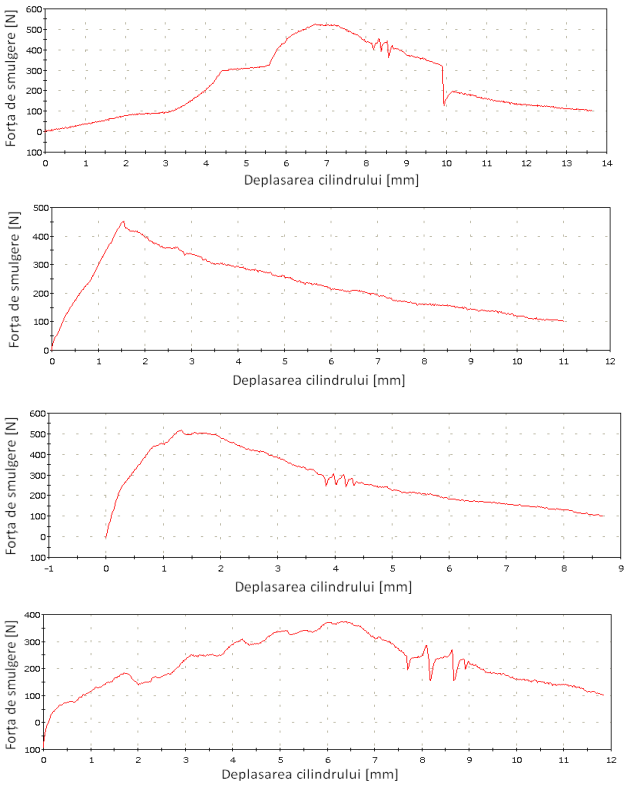
Număr cilindru	Lungime cilindru L_{cil} [mm]	Aria desfăşurată a suprafeţei de contact [mm^2]	Maxim încărcare [N]	Alungire la Maxim Încărcare [mm]	Energie la Maxim Încărcare [J]
1	15,84	398,10308	527,05826	6,71670	1,28071
2	16,67	418,96328	451,91834	1,54995	0,37541
3	15,57	391,31723	519,39277	1,31648	0,45559
4	16,65	418,46062	102,24636	11,83428	

REZULTATE ŞI DISCUŢII

În figurile 4. a, b, c, d, sunt prezentate pentru fiecare dintre cei patru cilindri testaţi, variaţia forţei de smulgere a cilindrului osteocondral în funcţie de deplasarea acestuia în tunelul primitor de-a lungul solicitării la tracţiune efectuată.

Din rezultatele experimentale prezentate mai sus se poate observa că forţa maximă de smulgere a cilindrilor osteocondrali se regăseşte în jurul valorii de 500 N (valoarea medie a determinărilor făcute fiind de 474,15 N), ceea ce conferă o bună rezistenţă la smulgere a implantului astfel realizat.

Figura nr. 4. Variaţia forţei de smulgere a cilindrului osteocondral funcţie de deplasarea acestuia în tunelul primitor de-a lungul solicitării la tracţiune: (a) – cilindrul nr. 1, (b) – cilindrul nr. 2, (c) – cilindrul nr. 3, (d) – cilindrul nr. 4



De asemenea se poate observa o distribuţie statistică relativ bună a rezultatelor obţinute experimental. În ceea ce priveşte „evoluţia" forţei de smulgere de-a lungul încercării experimentale, se poate observa că aceasta creşte relativ rapid până la valoarea maximă, după care începe să scadă lin până la valoarea de 100 N, când încercarea a fost oprită, considerându-se că cilindrul osteocondral poate fi considerat smuls din tunelul primitor.

Referitor la deplasarea cilindrului osteocondral în tunelul primitor, se observă că acesta se deplasează aproximativ 5-6 mm (35-40%) din lungimea sa iniţială, până ce se atinge forţa maximă de smulgere, pentru ca la finalul încercării acesta să fie ieşit aproximativ 14 mm (80-90%) din tunelul primitor.

Se observă de asemenea faptul că pe porţiunea descendentă a curbei forţei de smulgere vs. deplasarea cilindrului, apar nişte mici variaţii ale forţei de smulgere, variaţii care pot fi datorate faptului ca strângerea nu este la fel pe toată suprafaţa exterioară a cilindrului osteocondral, deoarece atât cilindrul cât şi tunelul primitor în care acesta este implantat nu sunt perfecte din punct geometric, lucru care poate conduce la o strângere mai bună la un anumit nivel de adâncime a cilindrului şi una mai puţin riguroasă la un alt nivel. Acest lucru se dovedeşte a nu influenţa însă foarte mult forţa de smulgere în ansamblu, aceste „imperfecţiuni" făcându-şi apariţia doar după ce s-a atins forţa maximă de smulgere, punct în care se poate considera că ansamblul cilindru osteocondral – tunelul primitor începe sa îşi piardă din eficienţă.

CONCLUZII

Cilindrul osteocondral transplantat prezintă o bună rezistenţă la smulgere. Forţa de smulgere de-a lungul încercării

experimentale creşte relativ rapid până la valoarea maximă, după care începe să scadă lin până la valoarea de 100 N. Cilindrul osteocondral se deplasează în tunelul primitor aproximativ 5-6 mm (35-40%) din lungimea sa inițială, până ce se atinge forța maximă de smulgere. Strângerea nu este la fel pe toată suprafața exterioară a cilindrului osteocondral, deoarece atât cilindrul cât şi tunelul primitor, însă acest lucru se dovedeşte a nu influența semnificativ forța de smulgere în ansamblu.

Declarație

Acest studiu a fost realizat în cadrul unui Grant de Cercetare al Ministerului Educației si Cercetării din România (Contract C.N.C.S.I.S nr. 698/2009).

BIBLIOGRAFIE

1. Hangody L, Ráthonyi G K., Duska Z, Vásárhelyi G, Füles P and Módis L., Autologous Osteochondral Mosaicplasty. Surgical Technique J Bone Joint Surg Am. 2004;86:65-72
2. Kock N. B., Smolders J. M. H., van Susante J. L. C., Buma P.,van Kampen A., Verdonschot N., A cadaveric analysis of contact stress restoration after osteochondral transplantation of a cylindrical cartilage defect; Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2008) 16:461–468
3. Kuroki H, Nakagawa Y, Mori K, Ikeuchi K and Nakamura T, Mechanical Effects of Autogenous Osteochondral Surgical Grafting Procedures and Instrumentation on Grafts of Articular Cartilage Am. J. Sports Med. 2004; 32; 612
4. Duchow J, Hess T and Kohn D Primary Stability of Press-Fit-Implanted Osteochondral Grafts: Influence of Graft Size, Repeated Insertion, and Harvesting Technique Am. J. Sports Med. 2000; 28; 24.