

Mojca Grošelj¹, Matjaž Veselko²

Posledice imobilizacije kolena

Consequences of Knee Joint Immobilisation

IZVLEČEK

KLJUČNE BESEDE: kolenski sklep, imobilizacija – škodljivi učinki

Prikazane so posledice imobilizacije kolena. Imobilizacija prizadene mišice, kosti, vezi, kite, sklepno ovojnico in sklepni hrustanec. Mišice izgubijo moč in atrofirajo, kostna masa se zmanjša, čvrsto vezivno tkivo sklepa ošibi, sklepni hrustanec počasi izginja in končno ga nadomesti manjvredno vezivno-maščobno tkivo. Nasprotno pa mobilizacija in zmerno obremenjevanje ugodno vplivata na celjenje poškodovanih struktur kolena, tako da jih operirane ali konzervativno zdravljene raje zaščitimo z gibljivimi kolenskimi opornicami ali s funkcionalno obližno mobilizacijo, ki dovoljuje gibanje in delno obremenjevanje kolena.

169

ABSTRACT

KEY WORDS: knee joint, immobilization – adverse effects

The article reviews the influence of knee joint immobilisation on its structural components: muscles, bones, ligaments, tendons, joint capsule and articular cartilage. Immobilisation results in measurable decrement of muscle strength and their atrophy. It produces a decline of bone mass, a weakening of the joints' dense fibrous tissue and a gradual loss of articular cartilage, which is ultimately replaced by fibrous fatty tissue. On the contrary, mobilisation and partial weight-bearing have beneficial effect on healing of traumatised knee structures. Conservatively or surgically treated, it is better to protect them by using functional braces or taping, than to immobilise them.

¹ Mojca Grošelj, dr. med., Klinični oddelek za travmatologijo, SPS Kirurška klinika, Klinični center, 1525 Ljubljana.

² Doc. dr. Matjaž Veselko, dr. med., Klinični oddelek za travmatologijo, SPS Kirurška klinika, Klinični center, 1525 Ljubljana.

UVOD

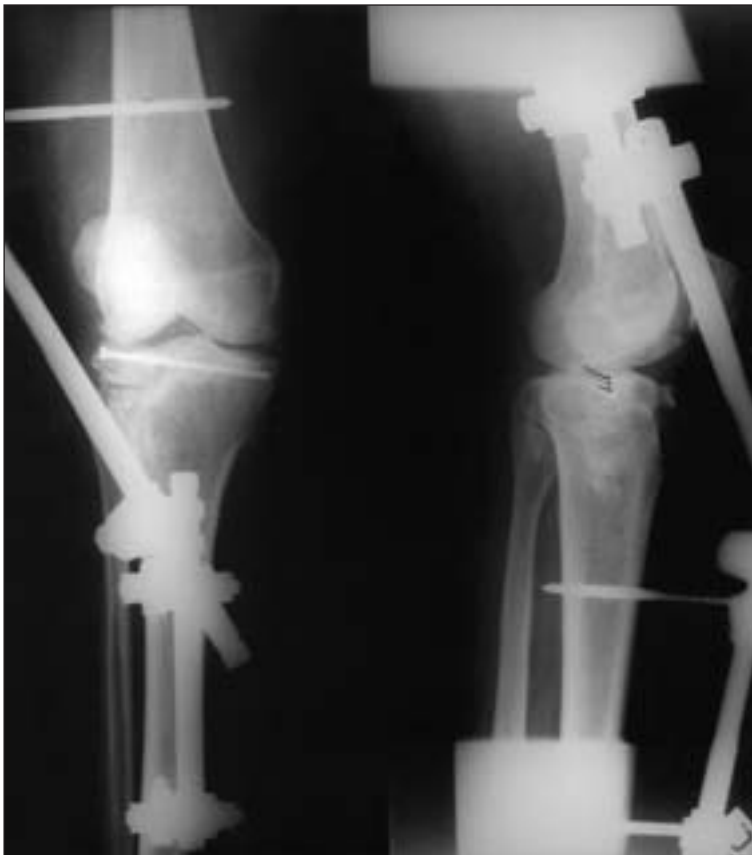
Kolenski sklep je največji in najbolj kompleksen sklep v človeškem telesu (1). Imobilizacija kolenskega sklepa v mavčevem koritu (longeti), tutor mavcu, opornici ali z zunanjim fiksaterjem (slika 1) se pogosto uporablja po poškodbi ali operaciji. Njen učinek na mišice, kosti, vezi, kite, sklepno ovojnico in sklepni hrustanec je dramatičen. Vodi v strukturne in funkcionalne spremembe kolenskega sklepa. Sklep zatrdi, razvijejo se kontrakture, kosti postanejo osteoporotične, narastišča vezi ošibijo in skeletne mišice izgubijo moč ter atrofirajo (2, 3).

MIŠICE

Imobilizacija kolenskega sklepa vodi v izgubo mišične zgradbe, prostornine in moči (4).

Poskusi na živalih so pokazali, da je atrofija izrazitejša v mišicah, ki so imobilizirane v skrajšanem položaju, in da je izguba prostornine najhitrejša v prvem tednu imobilizacije (5). Mišice, ki so bogate z vlakni tipa 1, so bolj prizadete kot mišice, ki vsebujejo oba tipa mišičnih vlaken (6). Ta dognanja niso v skladu z izkustvenim spoznanjem, da so iztegovalke kolena med imobilizacijo bolj prizadete kot upogibalke. Razlaga tega je naslednja: upogibalke kolena sicer vsebujejo več vlaken tipa 1 kot iztegovalke, vendar pa so iztegovalke večinoma monoartikularne (tri od štirih glav štiriglave mišice), medtem ko so upogibalke biartikularne in tako niso popolnoma imobilizirane med imobilizacijo kolenskega sklepa (7).

V prvih dveh tednih imobilizacije se zmanjša velikost mišičnih vlaken in pride do izgube miofibril. S podaljševanjem časa imo-



Slika 1. Zunanji fiksater, pritrjen v stegnenico in golenico, premošča koleno in ga imobilizira.

bilizacije se pojavijo spremembe v mitohondrijih. Mitohondriji se povečajo, izgubijo krite in razpadejo. Končno vsebujejo mišične celice le amorfne beljakovine, vezikule in membranske ostanke. Degenerirane miofibrile sčasoma nadomesti vezivo in maščevje (4).

Spremembe zgradbe mišic spremljajo spremembe mišične prostornine in moči (4). Po štirih tednih imobilizacije se površina preseka štiriglave mišice pri človeku zmanjša za 21 %, po petih tednih pa za 26 % (7, 8). Veldhuzien je ugotovil do 52 % zmanjšano moč štiriglave mišice in do 26 % zmanjšano moč upogibalk kolena po štirih tednih imobilizacije (7). Te ugotovitve podpirajo izkustveno spoznanje, da je velika štiriglava mišica najboljčutljivejša za imobilizacijo kolenskega sklepa (slika 2).



Slika 2. Zaradi imobilizacije najhitreje atrofira štiriglava stegenška mišica.

Vse te spremembe so do neke mere povratne (9). Če ostanejo namreč celične membrane, prekrvavitev in oživčenje mišic nespremenjeni, se po končani imobilizaciji obnovi mišična zgradba, prostornina in moč. Po ponovni uporabi začnejo mišična vlakna proizvajati nove miofibrile in mitohondrije, prostornina mišičnih celic naraste, moč mišice se poveča (4).

KOSTI

Podaljšana imobilizacija povzroči radiografsko vidne spremembe v kosti. Prizadeta je tra-

bekularna in kortikalna kost. Zmanjša se kostna gostota in število trabekul, kortikalna kost se stanjša in postane poroznejša (4). Po dvanajstih tednih imobilizacije se kostna masa zmanjša na manj kot polovico prvotne vrednosti (10). Zaradi razbremenitve kosti pride namreč do povečane osteoklastne razgradnje trabekularne in kortikalne kostnine, osteoblasti pa ne proizvajajo dovolj nove kostnine za ohranitev kostne mase (11). Opisane spremembe zmanjšajo trdnost kosti in povečajo možnost zloma kosti (4). Po končani imobilizaciji se kostna masa obnovi.

VEZI, KITE IN SKLEPNA OVOJNICA

Zmanjšana obremenitev in odsotnost gibanja vezi, kit in sklepne ovojnice privede do strukturnih in funkcionalnih sprememb (4). Poskusi na živalih so pokazali, da imobilizacija, ki traja šest tednov ali dlje, vodi v zmanjšano vsebnost glikozaminglikanov in vode v osnovni snovi, kar zmanjša razdaljo med posameznimi kolagenskimi vlakni in poveča trenje. Poruši se pravilna usmeritev kolagenskih fibril in poveča se prečno povezovanje kolagena (12–17). Poveča se tako razgradnja kot izgradnja kolagena, vendar prevlada prva, kar povzroči zmanjšanje kolagenske mase. Do teh sprememb naj bi prišlo zaradi mirovanja vezivnih celic. Zaradi odsotnosti gibanja vezivnih celic se poruši ravnovesje med izgradnjo in razgradnjo v celici (18). V vezivnem tkivu imobiliziranih sklepov so odkrili povečano vsebnost različnih encimov razgradnje (19). Posledica vseh teh sprememb je zmanjšanje trdnosti struktur. S poskusi na psih so dokazali, da na sklepih, ki se aktivno gibljejo, niso pa obremenjeni s telesno težo, do teh sprememb v vezeh ne pride, vsaj ne v prvih dveh mesecih (20).

Spremembe nastanejo tudi na mestih, kjer prehajajo vezi v kost, odvisne pa so od tipa narastišča. Pri neposrednem naraščanju večina kolagenskih fibril prehaja skozi različne strukture (kite, vezi, sklepno ovojnico, vezivno hrustančevino in kalciniran hrustanec) naravnost v kost. Pri posrednem ali tako imenovanem periostalnem naraščanju pa se mnoge kolagenske fibrile pridružijo periostu in le majhen delež fibril prehaja v kost (4). Imobi-

lizacija občutneje prizadene periostalno narastišče. Pri tem tipu naraščanja subperiostalni osteoklasti razgradijo večino kostnine na mestu prehajanja vezi v kost in tako ostane vez vezana le na perioist (21). Pri neposrednem naraščanju pa poteka razgradnja predvsem okrog mesta narastišča in le delno prizadene samo mesto narastišča (22). Križne vezi so primer neposrednega narastišča, narastišče notranje kolateralne vezi na golenico pa je primer periostalnega narastišča. Podaljšana imobilizacija (od 6 do 8 tednov) tako povzroči le delne spremembe narastišč križnih vezi in očitne difuzne spremembe goleničnega narastišča notranje kolateralne vezi (4, 21, 22).

Po končani imobilizaciji začnejo celice v narastišču tvoriti novo kost, vendar je za popolno obnovo zgradbe in čvrstosti narastišča potreben čas do enega leta (21, 22). Samo aktivna mišična dejavnost brez obremenitve sklepa ne prepreči nastanka sprememb v narastiščih vezi (22).

Imobilizacija spremeni tudi pasivno napetost mišično-kitne enote, kar povzroči skrajšanje celotne enote in kontrakturo (2). Dokazano je bilo, da kontrolirano pasivno razgibavanje kite po raztrganju bolj okrepi kito kot imobilizacija (23, 24).

SKLEPNI HRUSTANEC

Mirovanje in razbremenitev sklepa povzroči spremembe hrustanca, ki so enake spremembam veziva ob sklepnih struktur. Sintetska aktivnost hondrocitov se zmanjša, koncentracija proteoglikana in heksouronata v hrustancu se zniža, prostornina hrustančnega tkiva se zmanjša in mehanska čvrstost hrustanca se poslabša (4). Vsebnost metalo-proteaz v hrustancu imobiliziranih sklepov se poveča, kar privede do poškodbe in atrofije hrustanca (25).

Čprav aktivna mišična dejavnost pomaga ohranjati hrustanec, je za normalno zgradbo in funkcijo hrustanca potrebna poleg gibanja tudi obremenitev s telesno težo (26, 27).

Poskusi na živalih so pokazali, da je stopnja okvare hrustanca odvisna od otrdelosti sklepa. Zunanji fiksater popolnoma imobilizira sklep in ne dovoljuje nobenega gibanja, medtem ko imobilizacija z mavcem dopušča gibanje za 8–15°. Pri imobilizaciji z zunanjim

fiksaterjem tako pride do večjega znižanja koncentracije heksouronata in proteoglikana. Teden dni po končani imobilizaciji so sklepi, ki so bili imobilizirani z mavcem, vsebovali skoraj normalne koncentracije heksouronata, koncentracija pa se ni zvišala v sklepah imobiliziranih z zunanjim fiksaterjem (28).

Podaljšana imobilizacija privede sčasoma do nepovratnih sprememb. Sklepni hrustanec izginja in sklepna špranja se zapolni z vezivno-maščobnim tkivom. Če takšen sklep obremenimo, pride zaradi drugače razporejenih sil kot v normalnem sklepu do odtrganja delov preostalega sklepnega hrustanca. Čas, v katerem pride do nepovratnih sprememb, se razlikuje v različnih sklepih in različnih živalskih vrstah (4). Dokazali so nepovratne spremembe pri podganah po 60 dneh imobilizacije, pri zajcih po 6 tednih in pri psih po 11 tednih (29–32).

DRUGI UČINKI IMOBILIZACIJE KOLENA

Imobilizacija in mirovanje imajo torej dramatične lokalne in splošne učinke na telo. Sklepi postanejo okoreli, pojavijo se kontrakture, oslabijo kostnina in narastišča vezi, skeletne mišice izgubijo moč in atrofirajo, okvarijo se mehanizmi propriocepcije. Izguba proprioceptivne kontrole pa lahko prispeva k ponovnemu poškodovanju sklepa. Poleg tega se z imobilizacijo poškodovanega kolena poveča možnost globoke venske tromboze in pljučne embolije. Znan zaplet imobilizacije poškodovanega kolena v mavcu je tudi poškodba peronealnega živca zaradi pritiska nepravilno vtisnjene mavca v predel pod glavicco mečnice, kjer poteka peronealni živec.

KLINIČNI POMEN

Zaradi številnih negativnih učinkov smemo koleno imobilizirati le, če je to nujno potrebno, in če pozitivni učinki pretehtajo negativne. S kratkotrajno imobilizacijo lahko zmanjšamo bolečino pri poškodovanem ali obolelem sklepu. Nekajdnevna imobilizacija po poškodbi notranje kolateralne vezi, pri kateri pride po nekaj urah do tako zavrtega iztega, da daje videz vklešččenja meniskusa, lahko stanje izboljša. Za kratek čas, do operacije, lahko

imobiliziramo tudi koleno po prvem vkleščanju meniskusa. S tem meniskus zaščitimo pred še večjo poškodbo v upanju, da ga bomo lahko z zašitjem popravili. Do posega imobiliziramo koleno tudi v primeru sklepne zloma.

Sklepne in prisklepne zlome in strganine vezi in kit operacijsko oskrbimo prav zato, da bi omogočili čimprejšnje razgibavanje in vsaj delno obremenjevanje poškodovanih struktur. Sklepne zlome brez premika in poškodbe vezi zdravimo funkcionalno in jih, če je potrebno, raje zaščitimo z gibljivimi kolenski opornicami ali s funkcionalno oblično imobilizacijo kot z mavcem (slika 3, slika 4). Tudi operacijsko oskrbljene zlome in vezi, katerih učvrstitev ni zanesljiva, raje zaščitimo z gibljivimi opornicami. Le kadar zaradi splošnega ali lokalnega stanja operacijsko zdravljenje ne pride v poštev, je upravičeno konzervativno zdravljenje v mavcu.

Zvin kolena, poškodba kolateralnih vezi, pri katerih se sklepna špranja ne odpira, izolirana poškodba križnih vezi, poškodba meniskusa brez vkleščanja, razne udarnine, sklepna

okužba, ugotovljena krvavitev v sklep v odsotnosti zloma ali izliv v koleno ne potrebujejo imobilizacije. Zadostuje elastični povoj, hlajenje z ledom, počitek, razbremenjevanje noge z berglami, po potrebi analgetiki in drugo vzročno zdravljenje. Na prav vsa zgoraj našeta stanja ugodneje vpliva zmerno razgibavanje kolena v razbremenjenem položaju kot imobilizacija.

Nikakor ne smemo kolena imobilizirati za dalj časa, kar tako za vsak primer. Imobilizacija kolena za več kot 6–7 dni lahko pomeni strokovno napako, če v tem času ne postavimo diagnoze, ki jo upravičuje (3).

SKLEP

Imobilizacija kolena torej prizadene mišice, kosti, vezi, kite, sklepno ovojnico in sklepni hrustanec. Povzroči izgubo mišične strukture, volumna in funkcije. Te spremembe so le do neke mere povratne. Zaradi podaljšane imobilizacije se zmanjša kostna gostota in število trabekul, kortikalna kost se stanjša in postane poroznejša. Opisane spremembe zmanjšajo trd-



Slika 3. Gibljiva kolenska opornica z možnostjo omejitve giba hkrati ščiti poškodovano kolateralno vez in omogoča gibanje kolena v dovoljenem obsegu giba.



Slika 4. Funkcionalna oblična imobilizacija po izpahu pogačice preprečuje ponovni izpah ter ščiti poškodovano sklepno ovojnico na notranji strani sklepa in medialno patelofemoralno vez med gibanjem kolena.

nost kosti in povečajo možnost zloma. Po končani imobilizaciji se kostna masa obnovi. Posledica strukturnih sprememb v vezivu vezi, kit in sklepne ovojnice zaradi imobilizacije je zmanjšanje trdnosti teh struktur. Spremembe nastanejo tudi na mestih, kjer prehajajo vezi v kost. Imobilizacija občutneje prizadene periostalno narastišče, katerega primer je narastišče notranje kolateralne vezi na golenico. Mirovanje sklepa vodi do poškodbe in atrofije hrustanca, pri podaljšani imobilizaciji pa lahko pride do nepovratnih sprememb, ko sklepni hrustanec zamenja manjvredno vezivno-maščobno tkivo. Nevarnost imobiliza-

cije kolena je tudi pojav globoke venske tromboze, izguba proprioceptivne kontrole in poškodba peronealnega živca.

Nasprotno pa mobilizacija in zmerno obremenjevanje ugodno vplivata na celjenje poškodovanih struktur kolena, tako da jih operirane ali konzervativno zdravljenе raje zaščitimo z gibljivimi kolenskimi opornicami ali s funkcionalno obližno mobilizacijo, ki dovoljuje gibanje in delno obremenjevanje kolena.

Pomembno je, da se zavedamo nevarnosti in posledic, ki jih prinaša imobilizacija, in da uporabljamo imobilizacijo kot metodo zdravljenja le tedaj, ko je resnično potrebna.

LITERATURA

1. Beynonn BD, Johnson RJ. The Knee. In: Delee JC, Drez D, eds. *Orthopaedic Sports Medicine*. Philadelphia: Saunders; 1994. pp. 1113-33.
2. Paulos LE, Grauer JD. Exercise. In: Delee JC, Drez D, eds. *Orthopaedic Sports Medicine*. Philadelphia: Saunders; 1994. pp. 228-43.
3. Strobl M, Stedtfeld HW, eds. *Diagnostic Evaluation of the Knee*. New York: Springer-Verlag; 1990. pp. 50-97.
4. Buckwalter JA, Woo SLY. Basic Science of Soft Tissue. In: Delee JC, Drez D, eds. *Orthopaedic Sports Medicine*. Philadelphia: Saunders; 1994. pp. 1-82.
5. Appell HJ. Morphology of immobilized skeletal muscle and the effects of pre- and postimmobilization training program. *Int J Sports Med* 1986; 7: 6-12.
6. Johnson MA, Polgar J, Weightman D, Appleton A. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. *J Neurol Sci* 1973; 18: 111-29.
7. Veldhuizen JW, Verstappen FTJ, Vroemen JPAM, Kuipers H, Greep JM. Functional and Morphological Adaptations Following Four Weeks of Knee Immobilization. *Int J Sports Med* 1993; 14: 283-87.
8. Ingemann-Hansen T, Kristensen JH. Computerized tomographic determination of human thigh components. *Scand J Rehabil Med* 1980; 12: 27-31.
9. Zarzhevsky N, Coleman R, Volpin G, Fuchs D, Stein H, Reznick AZ. Muscle recovery after immobilisation by external fixation. *J Bone Joint Surg Br* 1999; 81 (5): 896-901.
10. Uthoff HK, Jaworski ZFG. Bone loss in response to long-term immobilization. *J Bone Joint Surg* 1978; 60-B: 420-29.
11. Buckwalter JA, Cooper RR. Bone structure and function. *Instr Course Lect* 1987; 36: 27-48.
12. Akeson WH, Woo SLY, Amiel D, Coutris RD, Daniel D. The connective tissue response to immobility: biochemical changes in periarticular connective tissue of the immobilized rabbit knee. *Clin Orthop Rel Res* 1973; 93: 356-62.
13. Amiel D, Woo SLY, Harwood FL, Akeson WH. The effect of immobilization on collagen turnover in connective tissue: A biochemical-biomechanical correlation. *Acta Orthop Scand* 1982; 53: 325-32.
14. Walsh S, Frank C, Hart D. Immobilization alters cell function in growing rabbit ligaments. *Trans Orthop Res Soc* 1988; 13: 57.
15. Woo SLY, Matthews JV, Akeson WH, Amiel D, Convery FR. Connective tissue response to immobility. *Arthritis Rheum* 1975; 18: 257-64.
16. Walsh S, Frank C, Hart D. immobilization Alters Cell Metabolism in an Immature Ligament. *Clin Orthop Rel Res* 1989; 277: 277-88.
17. Akeson WH, Amiel E, Mechanic GL, Woo SLY, Harwood FL, Hammer ML. Collagen cross-linking alterations in joint contractures: Changes in the reducible cross-links in periarticular connective tissue collagen after nine weeks of immobilization. *Connect Tissue Res* 1977; 5: 15-9.
18. Klein L, Dawson Mh, Heiple KG. Turnover of collagen in the adult rat after denervation. *Clin Orthop Rel Res* 1977; 59-A: 1065-7.
19. Gamble J, Edwards C, Max S. Enzymatic adaptation in ligaments during immobilization. *Am J Sports Med* 1984; 12: 221.
20. Klein L, Heiple KG, Torzilli PA, Goldberg VM, Burstein AH. Prevention of ligament and meniscus atrophy by active joint motion in a non-wight bearing model. *J Orthop Res* 1989; 7: 80-5.
21. Woo SLY, Gomez MA, Sites TJ, Newton PO, Orlando CA, Akeson WH. The biomechanical and morphological changes in the medial collateral ligament of the rabbit after immobilization and remobilization. *J Bone Joint Surg* 1987; 69-A: 1200-11.

22. Noyes FR, Torvik PJ, Hyde WB, DeLucas JL. Biomechanics of ligament failure. An analysis of immobilization, exercise, and reconditioning effects in primates. *J Bone Joint Surg* 1974; 56-A: 1406-18.
23. Gelberman RH, Woo SLY, Lathringer K, Akeson WH, Amiel D. Effects of early intermittent passive mobilization on healing canine flexor tendons. *J Hand Surg* 1982; 7: 170-5.
24. Woo SLY, Gelberman RH, Cobb NG, Amiel D, Lothringer K, Akeson WH. The importance of controlled passive mobilization on flexor tendon healing: A biomechanical study. *Acta Orthop Scand* 1981; 52: 615-22.
25. Jortikka MO, Inkinen RI, Tammi MI, Parkkinen JJ, Haapala J, Kiviranta I, et al. Immobilisation causes longlasting matrix changes both in the immobilised and contralateral joint cartilage. *Ann Rheum Dis* 1997; 56: 255-61.
26. Burr DB, Frederickson RG, Pavlinch C, Sickles M, Bukart S. Intracast muscle stimulation prevents bone and cartilage deterioration in cast-immobilized rabbits. *Clin Orthop Rel Res* 1984; 189: 264-78.
27. Palmoski MJ, Perricone E, Brandt KD. Development and reversal of a proteoglycan aggregation defect in normal canine knee cartilage after immobilization. *Arthritis Rheum* 1979; 22: 508-17.
28. Behrens F, Kraft EL, Oegema TR. Biochemical changes in articular cartilage after joint immobilization by casting or external fixation. *J Orthop Res* 1989; 7: 335-43.
29. Evans EB, Eggers GWN, Butler JK, Blumel J. Experimental immobilization and remobilization of rat knee joints. *J Bone Joint Surg* 1960; 42-A: 737-58.
30. Finsterbush A, Friedman B. Reversibility of joint changes produced by immobilization in rabbits. *Clin Orthop Rel Res* 1975; 111: 290-8.
31. Jurvelin J, Kiviranta I, Saamanen AM, Tammi M, Helminen HJ. Partial restoration of immobilization-induced softening of canine articular cartilage after remobilization of the knee (stifle) joint. *J Orthop Res* 1989; 7: 352-358.
32. Fu LL, Maffulli N, Yip KM, Chan KM. Articular cartilage lesions of the knee following immobilisation or destabilisation for 6 or 12 weeks in rabbits. *Clin Rheumatol* 1998; 17 (3): 227-33.

Prispelo 10. 4. 2000