

Učinki vadbe proti uporabi pri pacientih z osteoartritisom kolena

Effect of resistance exercise in patients with knee osteoarthritis

Maja Železnikar¹, Mojca Divjak¹

IZVLEČEK

Uvod: Osteoartritis kolen je pomemben vzrok za kronično mišično-skeletno bolečino in zmanjšano gibalno sposobnost (angl. disability) pri starejših. Telesna vadba je del fizioterapevtske obravnave pacienta z osteoartritisom kolena, ki pomembno prispeva k zmanjšanju bolečine in izboljšanju mobilnosti oziroma telesne funkcije pacienta. Namen članka je predstaviti rezultate raziskav, ki obsegajo ugotovitve učinkov vadbe proti uporabi na lajšanje simptomov in s tem na zdravljenje osteoartritisa kolena. **Metode:** V pregled literature so bili vključeni znanstveni članki, objavljeni od leta 2000 do vključno leta 2011. **Rezultati:** Izbrane so bile 13 randomiziranih, kontroliranih raziskav in ena pilotska študija. Vadba proti uporabi prinaša pomembne učinke na zmanjšanje sklepne bolečine, okorelosti in izboljšanje telesne funkcije pacienta. Hkrati vpliva na povečanje jakosti mišic, ki obdajajo prizadeti kolenski sklep in na izboljšanje sklepne propriocepcije. **Sklep:** Vadba proti uporabi vodi v zmanjšanje gibalne oviranosti in izboljšanje kakovosti življenja oseb z osteoartritisom kolenskega sklepa.

Glavne besede: telesna vadba, mišična jakost, sklepna bolečina, telesna funkcija, propriocepcija.

ABSTRACT

Background: Knee osteoarthritis is the most common type of arthritis and the major cause of chronic musculoskeletal pain and mobility disability in the elderly. Physical exercise is an essential part of a physiotherapy programme for patients with knee osteoarthritis which helps to reduce joint pain and improves patients' mobility or physical function. The purpose of this thesis is to present the effects of resistance exercise in relieving the disease symptoms and therefore the effects in treatment of knee osteoarthritis. **Methods:** A literature review of scientific literature (available full text articles), published from 2000 to 2011, was carried out to elucidate the effects of resistance exercise. **Results:** 14 studies have been included, 13 randomized controlled trials and one pilot study. Studies indicate that the resistance exercises are effective when treating patients affected by knee osteoarthritis. Resistance exercises have important effects in reducing joint pain, stiffness and improving physical function. This type of exercise increases muscle strength of the muscles surrounding knee joint and it improves joint proprioception. **Conclusions:** Exercise against resistance leads to reduction in physical disability and improves quality of life in subjects with knee osteoarthritis.

Key words: exercise, muscle strength, joint pain, physical function, proprioception.

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za fizioterapijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana, Slovenija

Korespondenca/Correspondence: pred. Mojca Divjak, viš. fiziot., univ. dipl. org.; e-pošta: mojca.divjak@zf.uni-lj.si

Prispelo: 12.09.2012

Sprejeto: 18.10.2012

UVOD

Osteoartritis spada med najpogostejše degenerativne bolezni enega ali več sinovialnih sklepov okončin. Najpogosteje prizadene kolenski in kolčni sklep ter male sklepe rok in stopalo, lahko pa tudi hrbtenico (1). Kronična degenerativna bolezen sklepov je pomemben vzrok za pojav zgodnje funkcionalne oviranosti, ki vodi v kronično zmanjšano funkcionalno sposobnost pri starejših posameznikih (2). Osteoartritis se kaže kot strukturna in funkcionalna okvara sinovialnih sklepov. Bolezen ne prizadene samo sklepnega hrustanca, temveč celoten sklep s subhondralno kostjo, ligamenti, sinovijo, sklepno ovojnico in periartikularnimi mišicami (1). Prevladujoči simptomi osteoartritisa kolena so sklepna bolečina, zmanjšan obseg gibljivosti sklepa in sklepna okorelost, pozneje se pojavijo še oslabelelost in atrofija ob sklepne miškulature ter sklepni izliv z oteklino (3). Pogosto je moten občutek za položaj sklepa v prostoru (propriocepcija). Vse to posledično vodi v zmanjšan živčno-mišični nadzor, zmanjšano hitrost hoje in funkcionalno sposobnost ter povečane nevarnosti za padce (4). Osteoartritis kolena je najpogostejši vzrok za kronično mišično-skeletno bolečino in gibalno oviranost (angl. disability) pri starejših (5), hkrati pa pomeni socialno in ekonomsko breme ter poslabšuje kakovost življenja pacienta (6).

Mišična jakost (angl. muscle strength) je širši pojem, ki označuje sposobnost mišičnega kontraktilnega tkiva, da pod danimi pogoji proizvede napetost in posledično silo. Pojem označuje največjo izmerjeno silo, ki jo mišica ali mišična skupina proizvede proti uporju med enkratnim maksimalnim naporom (7). Vadba proti uporju (VPU) je lahko izometrična (statična), izotonična (dinamična), izokinetična, koncentrična ali ekscentrična, izvaja se lahko v odprti ali zaprti kinetični verigi (8). Za vadbo proti uporju, s katero izboljšamo mišično jakost, je značilna vadba z dvigovanjem, zadrževanjem ali spuščanjem bremen, ki obsega razmeroma nizko število ponovitev ali pa se izvaja krajše časovno obdobje (7). Vadba proti uporju vključuje določanje intenzitete (pogosto z določanjem enega ponovitvenega maksimuma), volumna (seti in ponovitve vaj) ter frekvence vadbe (število treningov na dan ali teden). Vadba proti uporju poveča mišično jakost mišic, ki obdajajo sklep,

zmanjša intenziteto bolečine, vpliva na izboljšanje telesne funkcije in poveča stopnjo splošne telesne aktivnosti pri pacientih z osteoartritisom kolena. Prav tako se kažejo pozitivni učinki te vadbe na izboljšanje kostne gostote, povečanje hitrosti in sposobnosti hoje (tudi po stopnicah), izboljšanje ravnotežja in s tem zmanjšanje tveganja za padce (9).

Namen članka je predstaviti rezultate raziskav, ki obsegajo ugotovitve učinkov vadbe proti uporju na lajšanje simptomov in s tem na zdravljenje osteoartritisa kolena.

METODE

V pregled literature so bile vključene 13 randomiziranih kontroliranih raziskav in 1 pilotska študija, objavljene od leta 2000 do vključno leta 2011. Pacienti so bili razdeljeni v intervencijske in kontrolne skupine, pilotska študija pa je vključevala samo aktivno skupino. V raziskavah so sodelovali moški in ženske srednjih let in starejši, vsi z dokazanim osteoartritisom kolena (simptomatsko, radiološko, unilateralno ali bilateralno) ali kronično bolečino v kolenskem sklepu. Raziskave so primerjale vadbo proti uporju z drugimi vadbami in terapevtskimi postopki ter njen vpliv na zdravljenje osteoartritisa kolena.

REZULTATI

V raziskavah je sodelovalo med 38 in 786 pacienti s klinično in/ali radiološko dokazanim osteoartritisom kolena in/ali kronično bolečino v kolenu (oboje uni- ali bilateralno). Sodelovali so tako ženske kot moški. Število žensk je prevladovalo nad številom moških v večini raziskav, razen v eni (10). Intervencije v raziskavah so trajale od najmanj 6 tednov do največ 30 mesecev.

Vse raziskave so vsebovale vadbene skupine, ki so izvajale vadbo s poudarkom na krepitvi mišic, ki obdajajo kolenski sklep. Vadba se je izvajala proti različno danemu uporju: uteži in naprave, elastični trakovi ali lastna teža telesa (4, 9–19) ter voda (10, 18). Poleg vadbe proti uporju so se izvajale še raztezne vaje (10, 12, 15, 18), aerobna vadba (11, 14), vadba za povečanje obsega gibljivosti kolenskega sklepa (9, 15, 19), vadba za ravnotežje (15), vadba hoje (18) in funkcijska vadba (11, 14).

Vadba proti uporabi je v večini raziskav pokazala statistično značilno izboljšanje zmanjšanja simptomov in znakov pri pacientih z osteoartritisom kolena (4, 10–21). Pri pacientih, ki so izvajali vadbo proti uporabi, se je statistično značilno izboljšala subjektivna ocena bolečine po VAL (Vizualno analogna lestvica za oceno stopnje bolečine) (18) in WOMAC (Western Ontario McMaster osteoarthritis index) (10–19, 21). V nekaterih raziskavah vadba proti uporabi ni pokazala pomembnega vpliva na zmanjšanje bolečine (9, 20), v eni pa ta ni bila raziskovana (4). Nekatere raziskave so pokazale statistično značilno izboljšanje v subjektivni oceni telesne funkcije pacienta po SF-12 (Short form 12) (10), WOMAC ali SF-36 (Short form 36) (4, 9, 11–16, 18, 19, 21) in sklepni okorelosti (WOMAC) (14, 16, 19). V nekaterih raziskavah so ugotovili statistično značilno izboljšanje v oceni kakovosti življenja pacientov, ki so izvajali vadbo proti uporabi po kratkem obrazcu SF-36 (11, 14) in KOOS (Knee injury and osteoarthritis outcome score) (20). Ugotovili so pomembno izboljšanje v oceni

propriocepcije (statistično značilen rezultat) pri skupini, ki je izvajala vadbo proti uporabi v zaprti kinetični verigi v primerjavi z drugima dvema skupinama (4). Pilotska študija ni dokazala izboljšanja v propriocepciji pri vadečih (16). Druge študije niso ocenjevale vpliva vadbe proti uporabi na propriocepcijo. Mišična jakost m. quadriceps femoris in fleksorjev kolenskega sklepa (m. semitendinosus, m. semimembranosus in m. biceps femoris) se je statistično značilno izboljšala v sedmih raziskavah pri pacientih, ki so izvajali vaje proti uporabi (4, 10–13, 16, 19). Merjene so bile izotonična in izometrična mišična jakost m. kvadriceps femoris ter fleksorjev kolenskega sklepa (9–12, 19) in mišična jakost ekstenzorja in fleksorjev kolena z izokinetičnim dinamometrom (4, 9, 13, 16). Raziskave so prikazale statistično značilna izboljšanja pri opravljanju funkcijskih testov pri skupinah vadečih (4, 10–13, 15, 18, 21). Dokazali so statistično značilno izboljšanje v dolžini koraka (12), hitrosti hoje (4, 10, 12, 13, 18) in prehojeni razdalji (10) ob koncu programa pri vadbenih skupinah v primerjavi s kontrolnimi.

Tabela 1: Vpliv vadbe proti uporabi pri pacientih z osteoartritisom kolena

AVTOR	INTERVENCIJE	VZOREC RAZISKAVE ZAČETEK/KONEC	FREKVENCA IN TRAJANJE VADBE	MERITVE	REZULTATI
Baker et al. (2001) (11)	VPU in izobraževanje o prehrani	46P/38P sk. 1: VPU sk. 2: K	VPU: 3 x t., 4 m.	- WOMAC - SF-36 - funkcijski testi - oc. mišične jakosti	- sk. 1: ↓ bol. in ↑ fizične sposobnost, ↓ časa za opravilo funkcijskih nalog, ↑ mišične jakosti in ↑ kakovosti življenja pri vadečih
Jenkinson et al. (2009) (14)	VPUQ in dieta	389P/284P sk. 1: D+VPUQ sk. 2: D sk. 3: VPUQ sk. 4: K	VPUQ (izometrična, dinamična), vsak dan, 24 m.	- WOMAC - SF-36	- vadbene sk.: ↓ bol., ↑ f. kolena, ↓ okorelosti ↑ splošne kvalitete življenja
Shakoor et al. (2010) (16)	VPUQ in uporaba nesteroidnih antirevmatikov	139P/139P sk. 1: NSAID + VPUQ sk. 2: K (NSAID)	ni podatkov	- VAL - WOMAC - OG	- ↓ bol. pri obeh skupinah, po 4. in 6. t. se pomembno ↓ bol. pri NSAID + VPUQ
McKnight et al. (2010) (15)	VPU in samonadzor nad boleznijo (SN)	273P/201P sk. 1: VPU sk. 2: SN sk. 3: VPU + SN	VPU 30 min., 3 x t., 24 m.	- WOMAC - SF-36 - funkcijski testi	- ni bilo pomembnih razlik v uspešnosti med skupinami, vse intervencije uspešne pri ↓ bol. in ↑ telesne f., ter v izvedbi funkcijskih testov
Fransen et al. (2001) (12)	VPU in fizioterapevtski postopki (FTP)	126P/126P sk. 1: IN sk. 2: SK sk. 3: K	VPU IN: 20 min. (ali manualne tehnike) SK: 20 min., 5 x t., 8 t.	- WOMAC - SF-36 - kvantitativna analiza hoje - testiranje izometrične m. jakosti (IMJ)	- FTP in vadba ↑ telesno f. in kakovost življenja, ↓ bolečino, - pri obeh se ↑ IMJ, hitrost hoje in dolžina koraka, - med intervencijskima sk. ni bilo statistično pomembnih razlik

AVTOR	INTERVENCIJE	VZOREC RAZISKAVE ZAČETEK/KONEC	FREKVENCA IN TRAJANJE VADBE	MERITVE	REZULTATI
Thomas et al. (2002) (19)	VPU in povečanje sklepne gibljivosti kolena	786P/600P sk. 1: VPU sk. 2: T sk. 3: VPU + T sk. 4: K	20–30 minut na dan, 2 leti	- WOMAC - SF-36 - meritev IMJ	- vadbene skupine uspešnejše pri ↓ bol. in okorelosti ter ↑ telesne f. v primerjavi s skupinami brez vadbe, - IMJ ↑ pri vadbenih skupinah
Mikesky et al. (2006) (9)	VPU in vaje za sklepno gibljivost kolena	221P/174P sk. 1: VPU sk. 2: VOG	VPU: 3 x t., 12 t.	- WOMAC - SF-36 - IZMJ, IKMJ	- VPU je bila uspešnejša od VOG pri ↑ IZMJ fleksorjev, - ↓ bol. ni bilo doseženo, - večji nagib k ↑ funkcije je pokazala VPU
Foley et al. (2003) (10)	VPU v vodi (VV) in telovadnici (VT)	105P/86P sk. 1: VV sk. 2: VT sk. 3: K	VPU: 30 min., 3 x t., 6 t.	- WOMAC - SF-12 - oc. izometrične mišične jakosti QF - 6 min. test hoje	- VV ↓ bol. v primerjavi s K, VT boljše pri ↑ mm. jakosti m. QF v primerjavi z VV in K, - VV ↑ telesno f. v primerjavi s K, ↑ hitrosti hoje in prehojeni razdalji pri obeh vadbenih sk.
Silva et al. (2008) (18)	VPU v vodi in telovadnici	64P/57P sk. 1: VV sk. 2: VT	50 min., 3 x t. 18 t.	- VAL in WOMAC - test hoje na 50 m	- obe sk. uspešni pri ↓ bol. in ↑ telesne f. - pri oc. VAL pred/po testu hoje je bila VV boljše od VT
Thorstensson et al. (2005) (20)	VPU (visoko intenzivna)	61P/56P sk. 1: VI sk. 2: K	1 h, 2 x t., 6 t.	- KOOS in SF-36 - meritve z ergometrom in funkcijski testi	- ni izboljšanja pri oc. bolečine ali oc. telesne f., - izboljšanje kvalitete življenja pri VI sk.
Jan et al. (2008) (13)	NI in VI VPU	102P/98P sk. 1: VI sk. 2: NI sk. 3: K	NI: 50 min. VI: 30 min. 3 x t., 8 t.	- WOMAC - čas hoje - izokinetična dinamometrija	- ↓ bol., ↑ telesne f., mm. navora in hitrosti hoje pri obeh vadbenih sk.
Topp et al. (2002) (21)	VPU (izometrična, dinamična)	102P/102P sk. 1: IVPU sk. 2: DVPU sk. 3: K	VPU: 30–50 min., 3 x t., 16 t.	- WOMAC, - funkcijski testi - VAL	- Obe vadbeni sk. sta bili uspešni pri ↓ bol. in ↓ časa za opravilo funkcijskih nalog (IVPU boljše pri spuščanju/vstajanju s tal), - DVPU je ↑ telesno f.
Jan et al. (2009) (4)	VPU v odprti (OKV) in zaprti (ZKV) kinetični verigi	106P/106P sk. 1: OKV sk. 2: ZKV sk. 3: K	3 x t., 8 t.	- WOMAC - funkcijski testi - izokinetična dinamometrija, - ocena propriocepcije z elektrogoniometrom	- OKV in ZKV sta ↑ telesno f. in ↑ mm. jakost, - ZKV je imela boljše rezultate pri oc. pozicije kol. skl., hitrosti hoje po nestabilni in vijugasti površini, OKV je izboljšala hitrosti hoje po stopnicah od ZKV in K
Shakoor et al. (2008) (16)	VPUQ	38 P/38P sk.: VPU	2-krat/dan, 5 x t., 8 t.,	- WOMAC - izokinetična dinamometrija - oc. propriocepcije	- pomembno se je ↓ bol. in okorelost ter ↑ telesna f., ↑ se je mm. jakost, - ni bilo pomembnih izboljšanj v propriocepciji.

Legenda: sk. – skupina; P – pacient; K – kontrolna skupina; oc. – ocena; t. – teden, m. – mesec; T – telefonski klici; mm. – mišice/mišična; f. – funkcija; ↓ – zmanjšanje; ↑ – izboljšanje/povečanje; bol. – bolečina; VAL – vizualno analogna lestvica; WOMAC – Western Ontario McMaster osteoarthritis index; SF-36 – short form 36; KOOS – Knee injury and osteoarthritis outcome score; IN – individualna sk.; SK – skupinska obravnava; (V)NI – (visoko) nizko-intenzivna vadba; VOG – vadba za obseg gibljivosti; (I)VPU(Q) – (izometrična) vadba proti uporabi (za quadriceps femoris); (D)IVPU – (dinamična) izokinetična VPU; IZ(K)MJ, izotonična (izokinetična) mišična jakost

RAZPRAVA

V raziskavah je vadba vplivala na zmanjšanje subjektivne ocene bolečine in okorelosti po vprašalniku WOMAC ter na izboljšanje splošne

telesne funkcije pacienta, ki se je ocenjevala z vprašalniki in funkcijskimi testi. Ugotovili so pozitivne učinke vadbe proti uporabi pri izboljšanju propriocepcije (4). V polovici raziskav so ugotovili

izboljšanje v mišični jakosti mišic, ki obdajajo kolenski sklep (4, 10–13, 16, 19).

Vpliv vadbe proti uporabi na zmanjšanje sklepne bolečine

Vadba proti uporabi ima največji vpliv na zmanjšanje sklepne bolečine pri bolnikih z osteoartritisom kolena. Nekateri avtorji navajajo pomembno zmanjšanje uporabe medikamentozne protibolečinske terapije in zmanjšano možnost pojava nezaželenih stranskih učinkov pri vadečih posameznikih (14, 17). Dokazana je bila uspešnost vadbe proti uporabi, fizioterapevtskih postopkov za lajšanje bolečine ter samonadzora nad boleznijo pri zmanjšanju ocene bolečine (12, 15). En avtor ni ugotovil pomembnega zmanjšanja bolečine pri nobeni izmed vadečih skupin, saj so bile ocene stopnje bolečine že pri začetnem ocenjevanju nizke (9). Pomembno se je zmanjšala bolečina (po WOMAC) pri skupini vadečih v vodi, medtem ko v skupini, ki je izvajala vadbo proti uporabi v telovadnici, ni prišlo do spremembe ocene bolečine (10). Druga raziskava pa je dokazala zmanjšanje sklepne bolečine pri obeh vadečih skupinah (18). Dokazala se je uspešnost visoko in nizko intenzivne VPU pri zmanjšanju bolečine (13). Čeprav je imela vadba visoke intenzitete boljši učinek od nizko intenzivne vadbe v primerjavi s kontrolno skupino (ki ni vadila), je avtor poudaril nepomembnost tega rezultata in izrazil pomembno vlogo obeh pri bolnikih z osteoartritisom kolena (13). V študiji, ki je vključevala izometrično in dinamično vadbo proti uporabi, so dokazali uspešnost obeh pri zmanjšanju stopnje sklepne bolečine pri vadečih (21).

Vpliv vadbe proti uporabi na izboljšanje telesne funkcije

Dokazali so izboljšanje telesne funkcije pri vadečih pacientih in eni izmed kontrolnih skupin (fizioterapevtski postopki) (12, 15). V eni izmed študij so ugotovili pomembno izboljšanje telesne funkcije pri obeh vadbenih skupinah, ki je bila ugotovljena s testi hoje (prehojena razdalja in hitrost hoje) in vprašalnikom WOMAC (10, 18). Tako visoko kot nizko intenzivna VPU sta se izkazali pri izboljšanju telesne funkcije pri vadečih (13). Ena izmed študij je dokazala izboljšanje v telesni funkciji po WOMAC le pri dinamični vadbeni skupini zato, ker se ta izvaja v celotnem obsegu gibljivosti kolenskega sklepa (21). Obe

vadbi (dinamična in izometrična) sta bili uspešni pri skrajšanju časa za izvedbo funkcijskih testov (21). Uspešnost VPU v zaprti in odprti kinetični verigi se je pokazala pri izboljšanju subjektivne ocene telesne funkcije po WOMAC (4).

V šesttedenski raziskavi ni prišlo do izboljšanja v oceni stopnje bolečine in telesne funkcije pri nobeni izmed skupin. Izboljšala pa se je kakovost življenja pri vadečih posameznikih. Ta rezultat je vztrajal še šest mesecev po zaključeni visoko intenzivni vadbi (20).

Vpliv vadbe proti uporabi na propriocepcijo

Proprioceptivni deficit lahko sproži degeneracijo sklepne hrustanca zaradi slabega živčno-mišičnega nadzora ali pa je oslabljena propriocepcija zgolj posledica napredovale sklepne degeneracije (16). Za izboljšanje propriocepcije v sklepu se največkrat uporablja VPU v zaprti kinetični verigi in je primernejša od vadbe v odprti kinetični verigi. Obe sta uspešni pri izboljšanju mišične jakosti mišic, ki obdajajo sklep (4). Prva študija je dokazala bistveno izboljšanje propriocepcije pri pacientih, ki so vadili v zaprti kinetični verigi, ki se jim je hkrati povečala tudi hitrost hoje po nestabilni površini in pri vijuganju po ravni površini. Nasprotno je boljše rezultate pri hitrosti hoje po stopnicah pokazala vadba v odprti kinetični verigi (4). Z drugo študijo pa niso dokazali izboljšanja v oceni propriocepcije pri vadečih (16).

Vpliv vadbe proti uporabi na izboljšanje mišične jakosti

Oslabelost in/ali atrofija mišic, ki obdajajo kolenski sklep, je lahko vzrok ali posledica napredovane bolezni osteoartritisa kolena. Največkrat omenjena sta oslabeledost m. kvadriceps femoris in zadnjih stegenjskih mišic (fleksorjev kolenskega sklepa). V polovici raziskav je bilo dokazano izboljšanje mišične jakosti pri skupinah, ki so izvajale VPU. Zanimivo je, da povečanje mišične jakosti ekstenzorja in/ali fleksorjev kolenskega sklepa dobro korelira tudi z izboljšanjem ocene stopnje bolečine (12, 16) in telesne funkcije (4, 11, 12, 13). To pa pomeni, da lahko primerno stopnjevana vadba proti uporabi vpliva na zmanjšanje sklepne bolečine in funkcijskih omejitev pri bolniku z osteoartritisom kolena. Izboljšanje mišične jakosti mišic, ki obdajajo prizadeti sklep, je klinično pomemben

rezultat, saj to pripomore k večji sposobnosti mišice za primerno razporejanje sil na sklep, hkrati pa izboljša stabilnost sklepa in pripomore k njegovemu ohranjanju (10).

SKLEP

Dolgotrajna in redna vadba proti uporabi je pomembna za krepitev oslabeledih mišic, ki obdajajo prizadeti kolenski sklep. Tako se lahko zmanjša intenziteta bolečine in izboljša propriocepcija v sklepu. Z izboljšanjem jakosti mišic in zmanjšanjem sklepne bolečine je povezana višja stopnja telesne funkcije in bolnik zato lažje opravlja dnevne aktivnosti. Vse to vodi v neodvisnost in izboljšanje kakovosti življenja bolnika.

LITERATURA

- Klemenc-Ketiš Z (2008). Osteoartroza-epidemiologija, klinična slika in diagnostika. V: Zbornik predavanj, 10. Fajdigovi dnevi, Kranjska Gora 24.–25. oktober 2008. Ljubljana: Zavod za razvoj družinske medicine, 141–46.
- Kauppila AM, Kyllönen E, Mikkonen P, Ohtonen P, Laine V, Siira P, Arokoski J. (2009). Disability in end stage knee osteoarthritis. *Disabil Rehabil* 31 (5): 370–80.
- Valderrabano V, Steiger C (2010). Treatment and prevention of osteoarthritis through exercise and sport. *J Aging Res* 2011: 1–6.
- Jan MH, Lin CH, Lin YF, Lin JJ, Lin DH (2009). Effects of weight-bearing versus nonweight-bearing exercise on function, walking speed and position sense in participants with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 90 (6): 897–904.
- Iwamoto J, Sato Y, Takeda T, Matsumoto H (2011). Effectiveness of exercise for osteoarthritis of the knee. *World J Orthop* 2 (5): 37–42.
- Altman RD (2010). Early management of osteoarthritis. *Am J Manag Care* 16 (2): 41–47.
- Kisner C, Colby LA (2007). Resistance exercise for impaired muscle performance. In: Kisner C, Colby LA, eds. *Therapeutic exercise*. 5th ed. Philadelphia: F.A. Davis Company, 147–86.
- Bennell KL, Hinman RS (2010). A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee. *J Sci Med* 14 (2011): 4–9.
- Mikesky AE, Mazuca SA, Brandt KD, Perkins SM, Damush T, Lane KA (2006). Effects of strength training on the incidence and progression of knee osteoarthritis. *Arthritis Care Res* 55 (5): 690–99.
- Foley A, Halbert J, Hewitt T, Crotty M (2003). Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis- a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. *Ann Rheum Dis* 62 (12): 1162–67.
- Baker K, Nelson ME, Felson DT, Layne JE, Sarno R, Roubenoff R (2001). The efficacy of home based progressive strength training in older adults with knee osteoarthritis. *J Rheumatol* 28 (7): 1655–65.
- Fransen M, Crosbie J, Edmonds J (2001). Physical therapy is effective for patients with osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 28: 156–64.
- Jan MH, Lin JJ, Liao JJ, Lin YF, Lin DH (2008). Investigation of clinical effects of high- and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis. *Phys Ther* 88 (4): 427–36.
- Jenkinson CM, Doherty M, Avery AJ, Read A, Taylor MA, Sach TH, Slicocks P, Muir KR (2009). Effects of dietary intervention and quadriceps strengthening exercises on pain and function in overweight people with knee pain. <http://www.bmj.com/content/339/bmj.b3170>. <5. 2. 2011>
- McKnight PE, Kastle S, Going S, Villaneuva I, Cornett M, Farr J, Wright J, Streeter C, Zautra A (2010). A comparison of strength-training, self-management and the combination for early osteoarthritis of the knee. *Arthritis Care Res* 62 (1): 45–53.
- Shakoor N, Furmanov S, Nelson DE, Li Y, Block JA (2008). Pain and its relationship with muscle strength and proprioception in knee OA. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 8 (1): 35–42.
- Shakoor A, Rahman S, Azad AK, Islam S (2010). Effects of isometric quadriceps muscle strengthening exercise on chronic osteoarthritis of the knee. *Bangladesh Med Res Council Bull* 36 (1): 20–22.
- Silva LE, Valim V, Pessanha AP, Oliveira LM, Myamoto S, Jones A, Natour J (2008). Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee. *Phys Ther* 88 (1): 12–21.
- Thomas KS, Muir KR, Jones AC, O'Reilly SC, Bassey EJ (2002). Home based exercise programme for knee pain and knee osteoarthritis. <http://www.bmj.com/content/325/7367/752.full>. <3. 2. 2011>
- Thorstensson CA, Roos EM, Petersson IF, Ekdahl C (2005). Six-week high-intensity exercise program for middle-aged patients with knee osteoarthritis. *Musculoskelet Disord* 27 (6): 1–10.
- Topp R, Wolley S, Hornyak J, Khuder S, Kahaleh B (2002). The effect of dynamic versus isometric resistance training on pain and functioning among adults with osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil* 83: 1187–9.