

PRIMJENA IZOKINETIČKOG SUSTAVA U FIZIOTERAPIJSKOJ INTERVENCIJI KOD OSOBE SA SPONDILARTROPATIJOM – PRIKAZ SLUČAJA

Application of the isokinetic system in physiotherapy intervention in a person with spondyloarthropathy – case report

NENAD PETRC^{1,2}

¹ Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju bolesti srca, pluća i reumatizma, Thalassotherapia Opatija

² Fakultet zdravstvenih studija, Sveučilišta u Rijeci

PRIKAZ SLUČAJA / CASE REPORT

e-mail adresa autora: nenad.petric@yahoo.com

Sažetak

Uvod: Spondiloartropatije spadaju u skupinu reumatskih bolesti čiji simptomi s vremenom zahvaćaju cijelu kralješnicu, a ponekad i periferne zglobove. S procesom liječenja započinje se odmah, a provodi ga educirani fizioterapeut koji nakon početne procjene i evaluacije kreće s ciljanim fizikalnim procedurama i terapijskom vježbom. Cilj ovog rada je predstaviti izokinetički sustav te ispitati njegov terapijski učinak u sklopu fizioterapijske intervencije kod osobe sa spondiloartropatijom.

Materijali i metode: U ovom radu prikazan je slučaj ispitanika P.M. (1981. godište) s postavljenom dijagnozom spondiloartropatije (Ne – radiološki SpA / Ankilozantni spondilitis). Fizioterapijska intervencija provodila se na Zavodu za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Thalassotherapije Opatija. Intervencije su se provodile 5 dana u tjednu kroz 3 tjedna u trajanju od 80 minuta. Fizioterapijska procjena provedena je prije početka i nakon intervencija te 3,5 mjeseca nakon obavljenih fizioterapijskih intervencija.

Rezultati: Ispitanik je kroz period od 3 tjedana pokazao poboljšanje u svim mjerenim vrijednostima. Smanjila se bolnost, postigla se bolja pokretljivost u lumbalnom dijelu kralješnice, poboljšala se jakosti mišića trupa kao i opća funkcionalna sposobnost.

Zaključak: Iz dobivenih rezultata mjerenja i testova ovog prikaza slučaja, možemo potvrditi da se izokinetički aparati mogu sa sigurnošću koristiti u protokolu liječenja osoba sa spondiloartropatijama.

Ključne riječi: ankilozantni spondilitis, bol, fizioterapija, funkcionalna sposobnost, jakost mišića

Abstract

Introduction: Spondyloarthropathies comprise a group of rheumatic diseases that ultimately affect the entire spine and sometimes also the peripheral joints. The treatment process begins immediately and is carried out by a trained physiotherapist who, after an initial evaluation, begins with targeted physical procedures and therapeutic exercises.

The aim of this paper is to introduce the isokinetic system and explore its therapeutic effect as part of the physiotherapy intervention in a person with spondyloarthritis.

Materials and methods: This paper presents the case of subject P.M. (1981) with a diagnosis of spondyloarthritis (No – radiological SpA/ankylosing spondylitis). Physiotherapeutic intervention was conducted at the Institute for Physical Medicine and Rehabilitation of Thalassotherapia Opatija. Interventions were conducted 5 days per week for 3 weeks for 80 minutes. Physiotherapeutic

evaluation was performed prior to and after interventions, and 3.5 months after physiotherapeutic interventions.

Results: The study demonstrated improvement in all measured values over 3 weeks. Pain decreased, improved mobility in the lumbar spine, improved muscle strength of the carcass, as well as general functional ability.

Conclusion: From the obtained measurement results and tests of this case presentation, we can confirm that the isokinetic apparatus can be safely used in the treatment protocol of people with spondyloarthropathies.

Keywords: ankylosing spondylitis, pain, physiotherapy, functional ability, muscle streng

Uvod

Spondiloartropatije (SpA) spadaju u skupinu reumatskih bolesti koje imaju određena zajednička obilježja i nasljednu predispoziciju (1,2). Najzastupljeniji prestavnici SpA su ankilozantni spondilitis (AS) i psorijatični spondiloartritis (PS) (3). Križobolja upalnog tipa karakteristična je za oboljele i ona se javlja se 70% slučajeva (4) such as inflammatory back pain (IBP). Također, karakteristična je pojava jutarnje zastočenosti koja je produžena i može trajati do nekoliko sati. Bolest je progresivna te s vremenom zahvaća cijelu kralježnicu, a ponekad i ostale zglobove, najčešće korijenske (kukove i ramena) što oboljelima počinje stvarati velike probleme u obavljanju svakodnevnih aktivnosti (4) such as inflammatory back pain (IBP). S obzirom da se bolest javlja u najvećem broju slučajeva kod mladih radno sposobni ljudi njihovi izostanci s radnog mjesta i korištenje bolovanja stvaraju socio-ekonomski problem kako za pojedinca tako i za širu zajednicu.

Terapijski pristup bolesti mora biti sveobuhvatan i zasnovan na zajedničkim odlukama bolesnika i liječnika te ostalih članova tima (5). Cilj liječenja je dugoročno poboljšati kvalitetu života stavljajući pod kontrolu simptome i upalu, te uz prevenciju strukturalnih oštećenja, očuvati funkciju i sudjelovanje u društvu (5). Međunarodne grupe stručnjaka donijele su smjernice u liječenju SpA koje predlažu uzimanje nesteroidnih antireumatika (NSAR) ili bioloških lijekova (6,7). Osim farmakološkog liječenja izuzetno je važno i nefarmakološko liječenje koje, uz edukaciju, uključuje terapijske vježbe i različite oblike fizikalne terapije.

Terapijske vježbe pod stručnim nadzorom fizioterapeuta su najvažnija i najvrjednija komponenta u nefarmakološkom liječenju SpA-a, čije redovito provođenje može rezultirati sa smanjenjem potrebe za analgeticima/NSAR i biološkim lijekovima (8) rheumatic diseases included. They are presented in ICF model that elaborates the bio - psycho - social approach to rehabilitation. Amongst seronegative spondyloarthropathies, ankylosing spondylitis is a disease that requires the most intensive rehabilitation. In our hospital it

is conducted interdisciplinary by a team of experts as a part of medical treatment. The team consists of the following permanent members: physiotherapist, occupational therapist, nurse in rehabilitation and physician (physiathrist - rheumatologist). Cilj terapijskih vježbi je održavanje pokretljivosti kralježnice, održavanje respiratorne gibljivosti prsnog koša, poboljšanje držanja i održavanje funkcije zglobova (9). Dosad objavljena istraživanja o liječenju odnosno fizioterapijskim intervencijama kod oboljelih od SpA, opisuju uglavnom primjenu izometrijskih i izotoničnih vježbi za razvijanje mišićne jakosti bilo trupa ili ostalih mišićnih skupina (10–13) each consisting of 12 patients, were treated with standard physiotherapy during a regular inpatient stay. After randomization, one group was also treated with manual mobilization of the thoracic spine for an average of 6 sessions, whereas the other group only received conventional physiotherapy. The primary outcome parameter was the mobility of the thoracic spine represented by the Ott's sign. The secondary outcome parameters were pain (VAS). U većini medicinskih ustanova takve vježbe provode se više puta godišnje, na način da se u istu grupu uključuje osobe različite životne dobi i različitih stadija bolesti. Takvim pristupom nastoji se istovremeno pomoći što većem broju oboljelih, ali se istovremeno gubi na kvaliteti pružene usluge, motivaciji te zadovoljstvu uključenih.

Trendovi u liječenju reumatskih, ali i ostalih bolesnika se mijenjaju te se sve više teži individualnom (personaliziranom) pristupu izvođenja vježbi. Svakoj osobi, nastoji se kroz provođenje ciljanih i efikasnih vježbi (razgibavanja zglobova i jačanja atrofirane muskulature) ubrzati proces samog liječenja odnosno smanjiti potrebu za stalnim ponavljanjem intervencija i uzimanja skupih lijekova. Izokinetika, odnosno vježbe na izokinetičkom sustavu svakako mogu pružiti takav personaliziran pristup vježbi.

Stoga je cilj ovog prikaza slučaja ispitati učinak izokinetičkog treninga na bol, jakost mišića trupa te indekse sagitalne gibljivosti i funkcionalne sposobnosti kod ispitanika sa SpA. Također, drugi cilj je dodatno potvrditi potencijale izokinetičkog sustava u sklopu fizioterapijskih intervencija kod spomenute populacije.

Materijali i metode

Prikaz slučaja

Ime i prezime: P.M.

Godina rođenja: 1981.

Zanimanje: konobar / trenutno zaposlen kao skladištar

Dijagnoza: Bil. sakroileitis / Ne radiološki SpA B18/DR4 poz.

M45 – Ankilozantni spondilitis.

Anamneza: Prvi simptomi i znakovi bolesti javili su se 2017. godine dok je prava dijagnoza postavljena 2019. (Lumbalgia chr., lumboischialgia lat.dex.). Ispitanika je u više navrata obavljao fizioterapijske intervencije (elektroterapija, hidroterapija, terapijske vježbe) u Talassoterapiji Opatija. Po preporuci fizijatra, a kasnije i reumatologa obavio različite dijagnostičke pretrage (laboratorijske pretrage, RTG LS, MR SIZ po protokolu za SpA, Qunatiferonski test). Od prvog dolaska u Talasoterapiju koristi nesteroidne antireumatike (Diclo Duo), dok od 17.3.2021. uzima prvu dozu biološke terapije (Hulia/Adalimumab).

Fizioterapijska intervencija

Provodila se na Zavodu za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju Specijalne bolnice Thalassotherapia Opatija. Ispitanik je provodio tri vrste intervencija 5 dana u tjednu (vikend slobodan) kroz 3 tjedna. Intervencije su ukupno trajale 80 minuta. Vježbe za jačanje mišića trupa na izokinetičkom sustavu u trajanju od 30 minuta, zatim 30 minuta općih vježbi u bazenu i 20 minuta primjene elektroterapije (COMPEX aparata – program modulate TENS) u području lumbosakralne kralježnice.

Fizioterapijska procjena provedena je na početku (4.11.2021.) i po završetku (30.11.2021.) fizioterapijskih intervencija te odgođeno (24.3.2022.) na redovitoj kontroli kod reumatologa i fizioterapeuta. Procjenjivana je jakost mišića trupa, intenzitet boli i pokretljivost u području lumbosakralne kralježnice te opća funkcionalna sposobnost.

Mjerni instrumenti

Za mjerenje jakosti mišića trupa korišten je izokinetički dinamometar tvrtke Cybex (model HumacNorm 2009). Jakost fleksora i ekstenzora trupa izražena je kroz vrijednosti vršnog momenta sile (VMS) pri kutnoj brzini (KB) (60°/s i 90°/s). Testiranje je provedeno prema protokolu propisanom priručnikom kompanije Cybex (14). U analizama se koristila najviša zabilježena vrijednost vršnog momenta sile (VMS). Viša postignuta vrijednost VMS ukazuje na veću jakost pojedinih mišića trupa.

Za procjenu intenziteta boli u lumbosakralnom dijelu kralježnice korištena je vizualno-analogna skala boli (VAS). Rezultat se temeljio na samoprocjeni trenutnog intenziteta boli, koji je ispitanik bilježio oznakom na liniji dugoj 10 cm. Što je ta vrijednost viša, viši je i intenzitet boli koju pacijent doživljava.

Za mjerenje funkcionalnih sposobnosti korištena je hrvatska inačica upitnika (Bath Ankylosing Spondylitis Functional Indeks (BASFI)). Upitnik se sastoji od deset pitanja vezanih uz ograničenja u funkcioniranju uslijed

strukturnih promjena lokomotornog sustava. Odgovor na svako pitanje označuje se križićem na liniji dugoj 10 cm. Kako bi se dobio ukupan rezultat, odnosno BASF Indeks, potrebno je izračunati prosjek svih deset dobivenih vrijednosti. Viši BASF Indeks znači viši funkcionalni deficit kod bolesnika.

Za dobivanje mjere pokretljivosti lumbosakralnog dijela kralježnice korišten je indeks sagitalne gibljivosti (ISG). Da bi dobili indeks potrebno je prvo markerom zabilježiti prvu (donju) točku, u visini spinoznog nastavka petog slabinskog kralješka (crta koja spaja criste iliače na sredini označava četvrti slabinski kralježak, a peti je ispod njega), a kasnije i drugu (gornju) koja je 10 cm iznad nje. Mjeri se razlika u inklinaciji (pretklon /fleksija) i reklinaciji (otklon/ekstenzija). Zbrajanjem tih dviju vrijednosti dobiva se indeks sagitalne gibljivosti koji za lumbalnu kralježnicu u prosjeku iznosi oko 6 cm. (inklinacija bar 4,5 cm, a reklinacija 1,5 cm.). Veća vrijednost indeksa znači i veću pokretljivost.

Rezultati

Tablica 1. Deskriptivni pokazatelji jakosti mišića trupa, funkcionalne sposobnosti, intenziteta boli i indeksa sagitalne gibljivosti

	EVALUACIJA		
	Početno mj. 4.11. 2021.	Završno mj. 30.11.2021.	Mjerenje nakon 3,5 mj. 24.3.2022.
Fleksori			
VMS 60°/s	292	312	283
VMS 90°/s	279	289	268
Ekstenzori			
VMS 60°/s	259	273	315
VMS 90°/s	243	266	297
BASFI	4,3	2,1	3,92
VAS (LS)	6	1	6
ISG (LS)	3,5	5	4

Legenda: VMS - vršni moment sile; BASFI - Bath Ankylosing Spondylitis Functional Indeks; VAS - vizualno analogna skala; ISG - Indeks sagitalne gibljivosti; LS - lumbosakralno

U tablici 1 možemo vidjeti rezultate jakosti fleksora i ekstenzora trupa pri različitim kutnim brzinama. Mjeru jakosti trupa označavalo se kroz (najbolju postignutu repetitivnu) vršni moment sile (VMS), a izražavala se u Newton-metrima (Nm).

Rezultati su pokazali da jakost mišića trupa (i kod fleksora i kod ekstenzora) raste od prvog do drugog mjerenja, a nakon toga kod fleksora stagnira odnosno pada dok kod ekstenzora imamo i dalje rast vrijednosti VMS.

Rezultate mjere funkcionalne sposobnosti ispitanika također možemo vidjeti u tablici 1. Rezultat BASFI indeksa pada od prvog do drugog mjerenja, a od drugog do trećeg mjerenja ponovno raste. To zapravo znači da se funkcionalna sposobnost poboljšala neposredno nakon završetka tretmana u odnosu na inicijalno stanje te da se ta razina sposobnosti s odmakom vremena polako ponovno smanjuje.

Efekt razine boli kroz tri mjerenja prikazan je u tablici 1. Rezultat razine boli na VAS skali pokazao je da između prvog i drugog mjerenja došlo do značajnog smanjenja intenziteta boli, a nakon toga intenzitet boli ponovno raste. To zapravo znači da se intenzitet boli smanjio neposredno nakon završetka tretmana u odnosu na inicijalno stanje te da se potom ta razina osjeta s odmakom vremena ponovno podiže.

Vrijednosti pokretljivosti lumbosakralnog dijela kralježnice kroz tri mjerenja prikazane su u tablici 1. Mjeru gibljivosti trupa označavalo se kroz indeks sagitalne gibljivosti (ISG), a izražavala se u centimetrima (cm). Rezultat ISG-a raste od prvog do drugog mjerenja, a od drugog do trećeg mjerenja blago pada. To zapravo znači da se gibljivost poboljšala neposredno nakon završetka tretmana u odnosu na inicijalno stanje te da se razina gibljivosti s odmakom vremena polako ponovno smanjuje.

Rasprava

Ispitanik iz ovog prikaza slučaja je kroz period od 3 tjedana, te odgođenim mjerenjem 3 i pol mjeseca od završetka intervencija pokazao poboljšanje u vrijednostima različitih mjera. Smanjila se bolnost na VAS-u, postigla se bolja pokretljivost u lumbalnoj kralježnici (veće vrijednosti ISG), povećala se jakost mišića trupa (veće vrijednosti VMS) te se povećala funkcionalna sposobnost (manji BASFI indeks).

U novijoj literaturi veći je broj istraživanja (15–30) koja su pratila i uspoređivala učinke izokinetičkih vježbi sa standardnim (izometričkim i izotoničnim) protokolima vježbanja kod ispitanika koji boluju od različitih vrsta bolesti, ali nisu nađena istraživanja koja su uključivala osobe oboljele od SpA. Iz oprečnih rezultata tih istraživanja ne može se doći do jednoglasnog zaključka o tome koji je oblik vježbanja učinkovitiji u smanjenju intenziteta boli, poboljšanju mišićne jakosti te poboljšanju funkcionalnih sposobnosti oboljelih. Oba pristupa vježbama mogu biti korisna u rehabilitaciji, pri čemu izbor metode može ovisiti o kliničkim preferencijama i dostupnim resursima.

Vježbe na izokinetičkom aparatu omogućuju personalizirani pristup koji se sve više preferira i lakše usklađuje s nečijim svakodnevnim obavezama, što je posebno važno za mlađu radno aktivnu populaciju. Kod vježbi na izokinetičkom aparatu pokret se odvija u kontroliranim laboratorijskim uvjetima uz prisutnu stalnu i ciljano kutnu brzinu te prilagodljiv otpor duž cijelog opsega (31–34). Nadalje izokinetičkim kontrakcijama mišića ne provocira se nastanak boli, upale i mikrotraume mišića, ne dolazi do preopterećenja zglobnih struktura, a samim time smanjuje se mogućnost ozljede i mišićnog zamora (16,19,31,34–38). Svakom pojedincu pristupa se osobno, upoznaje ga se s načinom rada samog aparata te se nakon obavljenog dijagnostičkog testa provodi vježbe prema zadanim parametrima. Upravo zbog takvih mogućnosti i karakteristika izokinetički sustavi su se pokazali kao alat koji se sa sigurnošću može primijeniti u dijagnostici i terapijskim vježbama kod reumatoloških bolesnika (39). Također, iz rezultata raznih kliničkih istraživanja (21,22,40–46) as well as returning the back to the neutral position from spinal deformation, as result of complex exercises performed for 12 weeks. [Subjects] The degree of damage of the subject was rated as C grade. The subject of this study had unstable posture due to paralysis in the lower extremities of the left side after removal of a malignant tumor by surgical operation, and tilting and torsion in the pelvis increased followed by increase of kyphosis in the thoracolumbar spine. The subject was more than two years since diagnosis of incomplete SCI after surgery. [Methods] Using isokinetic lumbar muscle strength measurement equipment, peak torque/weight, total work and average power in flexion and extension of the lumbar region were measured. A trunk measurement system (Formetric 4D, DIERS, Germany) može se potvrditi da se u vrlo kratkom razdoblju (3 do 12 tjedana) uz vježbu na ciljanim kutnim brzinama i primjenom različitih vrsta kontrakcija može doći do značajnog povećanja razine jakosti pojedinih mišića i mišićnih skupina.

Iz postignutih rezultata ovog prikaza slučaja može se konstatirati da izokinetički trening u kombinaciji s ostalim fizioterapijskim intervencijama ima pozitivan učinak na smanjenje boli, poboljšanje pokretljivosti, funkcionalne sposobnosti i jakosti mišića kod osoba s SpA. Također treba naglasiti da se tim rezultatima može potvrditi i veliki potencijal koji izokinetički sustavi mogu pružiti za buduće protokole liječenja reumatskih oboljenja.

Zaključak

Noviji trendovi u fizioterapiji teže individualnom (personaliziranom) pristupu oboljelom, a prilikom izbora tretmana koji će se obavljati prilikom fizioterapijske intervencije sve više se koriste različite moderne tehnologije.

Prema rezultatima mjerenja i testova ispitanika iz ovog prikaza slučaja, izokinetički sustav je tehnologija koje se bez ikakvih prepreka može uspješno koristiti u fizioterapijskoj intervenciji kod oboljelih od SpA. Naime, primjena takve intervencije bi zbog brzine kojom se postiže oporavak i same kvalitete oporavka, u konačnici vjerojatno bila i ekonomičnija za zajednicu, a nadasve korisnija za boljitak bolesnika.

Na kraju je važno istaknuti da fizioterapijski proces treba voditi educirani i kvalificirani fizioterapeut koji će pravilnom fizioterapijskom procjenom, postavljanjem objektivnih i dostižnih ciljeva, pronaći način kako da iskoristiti prednosti novih tehnologija u planiranju i provođenju tretmana koji će dovesti do uspjeha u liječenju.

Literatura

- Grazio S. Klasifikacija i dijagnoza aksijalnih spondiloartritisa – povijest, sadašnje stanje i perspektive. *Reumatizam*. 2016;63(1):1–17.
- Braun J, Sieper J. Early diagnosis of spondyloarthritis. *Nat Clin Pract Rheumatol*. 2006 Oct;2(10):536–45.
- Rudwaleit M, van der Heijde D, Landewé R, Listing J, Akkoc N, Brandt J, et al. The development of Assessment of SpondyloArthritis international Society classification criteria for axial spondyloarthritis (part II): validation and final selection. *Ann Rheum Dis*. 2009 Jun;68(6):777–83.
- Braun J, Bollow M, Remlinger G, Eggens U, Rudwaleit M, Distler A, et al. Prevalence of spondylarthropathies in HLA-B27 positive and negative blood donors. *Arthritis Rheum*. 1998 Jan;41(1):58–67.
- Grazio S, Doko I. Suvremena klasifikacija i liječenje spondiloartritisa. *medicina fluminensis*. 2012;48(4).
- Babić-Naglić Đ. Farmakoterapija spondilartropatija. *Reumatizam*. 2004;51(2):22–8.
- Dougados M, Betteridge N, Burmester GR, Euller-Ziegler L, Guillemin E, Hirvonen J, et al. EULAR standardised operating procedures for the elaboration, evaluation, dissemination, and implementation of recommendations endorsed by the EULAR standing committees. *Ann Rheum Dis*. 2004 Sep;63(9):1172–6.
- Pavlović R. Cjelovit pristup rehabilitaciji u seronegativnim spondilartropatijama. *Fizikalna i rehabilitacijska medicina*. 2007;21(1–2):111–20.
- Vlak T, Kosinac Z. Kineziterapija u reumatskim bolestima [Internet]. Kosinac Z, editor. Split: Udruga za šport i rekreaciju djece i mladeži grada Splita; 2006 [cited 2024 Nov 30]. Available from: <https://www.croris.hr/crosbi/publikacija/prilog-knjiga/53545>
- Lange U, Sperling M, Richter K, Dischereit G, Müller-Ladner U, Tarner IH. The Effects of Manual Mobilization on the Mobility of the Thoracic Spine in Patients with Ankylosing Spondylitis. *Journal of Musculoskeletal Disord Treat*. 2016 Jun 30;2(2).
- Altan L, Korkmaz N, Dizdar M, Yurtkuran M. Effect of Pilates training on people with ankylosing spondylitis. *Rheumatol Int*. 2012 Jul;32(7):2093–9.
- Fernández-de-Las-Peñas C, Alonso-Blanco C, Morales-Cabezas M, Miangolarra-Page JC. Two exercise interventions for the management of patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005 Jun;84(6):407–19.
- Analay Y, Ozcan E, Karan A, Diracoglu D, Aydin R. The effectiveness of intensive group exercise on patients with ankylosing spondylitis. *Clin Rehabil*. 2003 Sep;17(6):631–6.
- HUMAC*/NORMTM TESTING & REHABILITATION SYSTEM. Computer Sports Medicine, Inc. (CSMI); 2003.
- Eyigor S, Hepguler S, Capaci K. A comparison of muscle training methods in patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol*. 2004 Apr;23(2):109–15.
- Nambi G, Abdelbasset WK, Alqahtani BA, Alrawaili SM, Abodonya AM, Saleh AK. Isokinetic back training is more effective than core stabilization training on pain intensity and sports performances in football players with chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2020 May 22;99(21):e20418.
- Nambi G, Abdelbasset WK, Alsubaie SF, Moawd SA, Verma A, Saleh AK, et al. Isokinetic training - its radiographic and inflammatory effects on chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Dec 18;99(51):e23555.
- Nambi G, Abdelbasset WK, Alrawail SM, Elnegamy TE, Abodonya AM, Saleh AK. Effects of isokinetic knee muscle training on bone morphogenetic proteins and inflammatory biomarkers in post-traumatic osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: A randomized trial. *J Rehabil Med*. 2020 Sep 10;52(9):jrm00098.
- Gezginaslan Ö, Öztürk EA, Cengiz M, Mirzaoglu T, Çakıcı FA. Effects of isokinetic muscle strengthening on balance, proprioception, and physical function in bilateral knee osteoarthritis patients with moderate fall risk. *Turk J Phys Med Rehabil*. 2018 Dec;64(4):353–61.
- Horstmann T, Mayer F, Heitkamp HC, Merk J, Axmann D, Bork H, et al. [Individual isokinetic strength training in patients with gonarthrosis]. *Z Rheumatol*. 2000 Apr;59(2):93–100.
- Chen TC, Hsieh SS. Effects of a 7-day eccentric training period on muscle damage and inflammation. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Oct;33(10):1732–8.
- Schilke JM, Johnson GO, Housh TJ, O'Dell JR. Effects of muscle-strength training on the functional status of patients with osteoarthritis of the knee joint. *Nurs Res*. 1996;45(2):68–72.
- Büyükvural Şen S, Özbudak Demir S, Ekiz T, Özgürin N. Effects of the bilateral isokinetic strengthening training on functional parameters, gait, and the quality of life in patients with stroke. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(9):16871–9.
- Gür H, Cakin N, Akova B, Okay E, Küçükoglu S. Concentric versus combined concentric-eccentric isokinetic training: effects on functional capacity and symptoms in patients with osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002 Mar;83(3):308–16.
- McMeeken J, Stillman B, Story I, Kent P, Smith J. The effects of knee extensor and flexor muscle training on the timed-up-and-go test in individuals with rheumatoid arthritis. *Physiother Res Int*. 1999;4(1):55–67.
- Coudeyre E, Jegu AG, Giustanini M, Marrel JP, Edouard P, Pereira B. Isokinetic muscle strengthening for knee osteoarthritis: A systematic review of randomized controlled trials with meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med*. 2016 Jun;59(3):207–15.

27. Sertpoyraz F, Eyigor S, Karapolat H, Capaci K, Kirazli Y. Comparison of isokinetic exercise versus standard exercise training in patients with chronic low back pain: a randomized controlled study. *Clin Rehabil*. 2009 Mar;23(3):238–47.
28. Calmels P, Jacob JF, Fayolle-Minon I, Charles C, Bouchet JP, Rimaud D, et al. [Use of isokinetic techniques vs standard physiotherapy in patients with chronic low back pain. Preliminary results]. *Ann Readapt Med Phys*. 2004 Feb;47(1):20–7.
29. Chen CL, Chang KJ, Wu PY, Chi CH, Chang ST, Cheng YY. Comparison of the Effects between Isokinetic and Isotonic Strength Training in Subacute Stroke Patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2015 Jun;24(6):1317–23.
30. Samut G, Dinçer F, Özdemir O. The effect of isokinetic and aerobic exercises on serum interleukin-6 and tumor necrosis factor alpha levels, pain, and functional activity in patients with knee osteoarthritis. *Mod Rheumatol*. 2015;25(6):919–24.
31. Rusac-Kukić S, Massari D, Legović A, Karlavaris D, Kehler T. Isokinetics – quick and effective rehabilitation. *medicina fluminensis*. 2012;48(4).
32. de Araujo Ribeiro Alvares JB, Rodrigues R, de Azevedo Franke R, da Silva BGC, Pinto RS, Vaz MA, et al. Inter-machine reliability of the Biodex and Cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests. *Phys Ther Sport*. 2015 Feb;16(1):59–65.
33. Trošt T, Petrinović-Zekan L. Izokinetika u funkciji kvalitete kineziterapijskog programa. *Zbornik radova 15 ljetne škole kineziologa RH* [Internet]. 2006 [cited 2024 Nov 30]; Available from: <https://www.bib.irb.hr:8443/index.php/415584>
34. Kovač S, Abazović E, Kovačević E, Alić H. Izokinetičko testiranje i trening. Sarajevo: Faculty of Sport and Physical Education - Uni. Sarajevo; 2013.
35. Kuvalja S, Milković-Kraus S, Šućur Ž. Izokinetička dijagnostika: rehabilitacija sindroma prenaprezanja. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju*. 2001;52(4):501–8.
36. Liu H, Lu W, Liang D, Geng H, Zhu W, Ouyang K, et al. [Effect of isokinetic training of thigh muscle group on graft remodeling after anterior cruciate ligament reconstruction]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*. 2019 Sep 15;33(9):1088–94.
37. Germanou EI, Chatzinikolaou A, Malliou P, Beneka A, Jamurtas AZ, Bikos C, et al. Oxidative stress and inflammatory responses following an acute bout of isokinetic exercise in obese women with knee osteoarthritis. *Knee*. 2013 Dec;20(6):581–90.
38. Hernandez HJ, McIntosh V, Leland A, Harris-Love MO. Progressive Resistance Exercise with Eccentric Loading for the Management of Knee Osteoarthritis. *Front Med (Lausanne)*. 2015;2:45.
39. Petrc N, Brentin M, Vučković M, Kehler T. Comparison of isokinetic exercise and standard exercise protocol in patients with spondyloarthropathies. *Journal of Health Sciences*. 2024 May 15;14(1):56–62.
40. Sung DH, Yoon SD, Park GD. The effect of complex rehabilitation training for 12 weeks on trunk muscle function and spine deformation of patients with SCI. *J Phys Ther Sci*. 2015 Mar;27(3):951–4.
41. Croisier JL, Foidart-Dessalle M, Tinant F, Crielaard JM, Forthomme B. An isokinetic eccentric programme for the management of chronic lateral epicondylar tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2007 Apr;41(4):269–75.
42. Maurer BT, Stern AG, Kinossian B, Cook KD, Schumacher HR. Osteoarthritis of the knee: isokinetic quadriceps exercise versus an educational intervention. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999 Oct;80(10):1293–9.
43. Eid MA, Aly SM, Huneif MA, Ismail DK. Effect of isokinetic training on muscle strength and postural balance in children with Down's syndrome. *Int J Rehabil Res*. 2017 Jun;40(2):127–33.
44. Ebid AA, Omar MTA, Abd El Baky AM. Effect of 12-week isokinetic training on muscle strength in adult with healed thermal burn. *Burns*. 2012 Feb;38(1):61–8.
45. Wang XF, Ma ZH, Teng XR. Isokinetic Strength Test of Muscle Strength and Motor Function in Total Knee Arthroplasty. *Orthop Surg*. 2020 Jun;12(3):878–89.
46. Killington MJ, Mackintosh SFH, Ayres M. An isokinetic muscle strengthening program for adults with an acquired brain injury leads to meaningful improvements in physical function. *Brain Inj*. 2010;24(7–8):970–7.