

IZOKINETIKA – PRIMJENA U DIJAGNOSTICI I LIJEČENJU OA KOLJENA

**Katarina Lohman Vuga, dr. med.,
specijalist fizikalne medicine i rehabilitacije**

Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju Varaždinske Toplice

Koncept izokinetičkih vježbi razvio je James Perrine krajem 1960-ih, a pokazao se revolucijom u treningu i rehabilitaciji vježbanja. Umjesto tradicionalnih vježbi koje su se izvodile promjenjivom brzinom uz konstantnu težinu ili otpor, Perrine je razvio koncept izokinetike, koji uključuje dinamičku unaprijed određenu fiksnu brzinu s otporom koji se potpuno prilagođava tijekom cijelog opsega pokreta. Od nastanka izokinetike, ovaj oblik testiranja i vježbanja postao je sve popularniji u kliničkim, atletskim i istraživačkim okruženjima, a prvi članak koji opisuje izokinetičku vježbu objavljen je 1967. godine. Otada su brojni članci i istraživačke prezentacije dokumentirali upotrebu izokinetike za objektivno testiranje ili za trening.

Kod izotoničkih vježbi otpor je konstantan (npr. uteg od 2 kg koji subjekt podiže prilikom vježbanja). Brzina kretanja se mijenja zbog činjenice da mišić nema jednaku snagu tijekom čitavog opsega pokreta. Na početku i na kraju opsega pokreta snaga je manja, a oko sredine najveća. Gdje je snaga manja ekstremitet se kreće manjom brzinom, a gdje je veća većom brzinom. Mišić nije adekvatno opterećen tijekom cijelog opsega pokreta, na mjestima gdje je najjači manje je opterećen, s obzirom na to da je količina otpora ograničena prema najslabijoj točki u opsegu kretanja. Ako se primijeni preveliki otpor, veća je mogućnost prenaprezanja i ozljeda.

Kod izokinetičkih vježbi (moguće ih je provoditi samo na izokinetičkim dinamometrima) obrnuto je, brzina kretanja je stalna, a otpor je promjenjiv. Bez obzira kolika se snaga primijeni, stalna brzina se neće prijeći. Ako bi brzina segmenta prelazila unaprijed određenu brzinu naprave, elektronički kontrolirani mehanizam povećava otpor (akcija) proporcionalno snazi mišića pacijenta (reakcija). Ako je mišićna snaga manja, otpor je manji, ako je veća, otpor je veći, i zbog toga je rizik od preopterećenja i ozljede zgloba i mišića minimalan. Zbog konstantnog prilagođavanja otpora mišić je adekvatno opterećen tijekom cijelog opsega pokreta i brže se povećava snaga.

Količina snage koju primjenjuje ispitanik mjeri se u osi rotacije kao snaga obrtanja i naziva se obrtni moment, te se može prikazivati brožčano i grafički.

Obrtni moment (Nm) prema definiciji je umnožak sile (N) i dužine kraka poluge (m), te je jedinica SI sustava. Za interpretaciju nalaza najčešće se koristimo brojčanim vrijednostima maksimalnog obrtnog momenta u odnosu na tjelesnu težinu ispitanika te navedene vrijednosti uspoređujemo s odgovarajućim normativnim vrijednostima. Značajan je grafički prikaz krivulje obrtnog momenta, jer oblik krivulje može upućivati na određenu patologiju (npr. ozljeda ACL-a, hondromalacija patele). Iz vrijednosti obrtnog momenta izračunava se ukupni rad mišića (J), koji se dobije matematičkim izračunom površine ispod krivulje obrtnog momenta, te snaga ($W = \text{rad (J)} / \text{vrijeme (s)}$).

Prije svakog izokinetičkog testiranja i vježbi potreban je detaljan liječnički pregled i postavljanje valjane indikaciju za primjenu izokinetičkog koncepta. Može se primijeniti u zbrinjavanju nakon ortopedsko-traumatoloških operacija (TEP, frakture, operacije ligamenata, meniska), operacija kralješnice, liječenju degenerativnih i upalnih reumatske bolesti, neuroloških bolesti (pareze, paraplegije, multipla skleroza, cerebralna i dječja paraliza, moždani udar). Vrlo je važno poštovati kontraindikacije, kako ne bi došlo do daljnjih ozljeda i oštećenja mišića i zglobova. Izokinetika je kontraindicirana kod svježih i nesanimiranih prijeloma, ograničenog zalječenja mekih tkiva, izraženog izljeva u zglobovima, jakih bolova, izražene nestabilnosti u zglobu, izraženih kontraktura uz ograničen opseg pokreta, jakog spasticiteta, nemogućnosti aktivnog izvođenja pokreta, izražene osteoporoze, nereguliranih kardiovaskularnih bolesti (hipertenzija, angina pectoris) i kognitivne nesposobnosti razumijevanja na koji način izvoditi testiranje i vježbe.

Prije svakog testiranja potrebno je ispitanika upoznati s konceptom izokinetike i dati precizne upute kako izvoditi test i vježbe. U istraživanjima je dokazano da će informiran pacijent adekvatno odraditi izokinetičko testiranje, a bodrenje prilikom vježbanja ubrzava postizanje željenih rezultata.

Kako bi se izbjegla mogućnost ozljeđivanja, izokinetičkim aparatima smiju rukovati samo educirani stručnjaci (liječnici, fizioterapeuti, kineziolozi). Da bi rezultati testiranja bili što točniji, važno je pravilno pozicionirati ispitanika, stabilizirati ga na način predviđen za izolaciju ciljane mišićne grupe i uklanjanje doprinosa pomoćnih mišićnih grupa, fiksirati trakama i odrediti osovinu rotacije zgloba i izokinetičkog dinamometra. Stolica za testiranje je mobilna, može se podizati i spuštati naslon, rotirati, kako bi se ispitanik postavio u željeni položaj. Postoje razni nastavci koji je postavljaju na dinamometar za testiranje pojedinih zglobova (rame, lakat, ručni zglob, kuk, koljeno, gležanj, trup).

Cilj testiranja je dobiti relevantne podatke koje kasnije uspoređujemo s normativnim vrijednostima. Prilikom testiranja važno je pridržavati se određenih protokola kako bi se postigla pouzdanost mjerenja (zagrijavanje, odmor,

brzina testiranja, broj ponavljanja, verbalno ohrabrenje). Zagrijavanje se provodi na aparatu, dovoljne su 3 submaksimalne i 3 maksimalne kontrakcije. Testiranja se izvodi na niskim, srednjim i visokim brzinama, 4 i više ponavljanja. Između pojedinih serija potreban je odmor od najmanje 1 minutu. Testiraju se oba ekstremiteta, prvo zdraviji.

Rezultate testiranja uspoređujemo s referentnim vrijednostima. Referentne vrijednosti na aparatima različitih proizvođača (Cybex, Con-Trex, Biodex, isomed 2000, Humac Norm) nisu iste. Korisna je usporedba s kontralateralnom stranom, gdje je razlika do 10 % normalna, 10 do 20 % može ukazivati na patologiju, a više od 20 % je patološki nalaz. Važan je omjer između obrtnog momenta agonista i antagonist, omjer obrtnog momenta koncentrične i ekscentrične kontrakcije, između kojih mora postojati ravnoteža, i odstupanje od navedenog predstavlja patološki nalaz.

Temeljem dobivenih rezultata testiranja, individualno se slaže program vježbi, koje se također provode na izokinetičkom aparatu. Kao i kod testiranja, i kod vježbi se pridržavamo protokola u cilju što bržeg postizanja rezultata.

Postoje brojna istraživanja koja potvrđuju da je vježbanje na izokinetičkom aparatu sigurno kada se provodi pod stručnim nadzorom te da daje brže ili veće rezultate u specifičnoj snazi, hipertrofiji i nekim funkcijskim ishodima u usporedbi s izotoničkim i izometričkim vježbama.

Osteoartritis je jedna od najčešćih bolesti zglobova u razvijenom svijetu. Oko 7 % svjetske populacije boluje od osteoartritis, učestalija je u starijim dobnim skupinama i vodeći je uzrok nesposobnosti starijih ljudi, naročito ako su zahvaćena koljena i/ili kuk.

Osteoartritis je multifaktorijalna bolest zgloba i nije samo rezultat starenja već može biti potaknuta nizom faktora, uključujući nasljedne, razvojne, metaboličke i traumatske. Obično se povezuje s oštećenjem zglobne hrskavice, no bolest zahvaća sve dijelove zgloba, subhondralnu kost, ligamente, meniske, zglobnu čahuru, sinovijalnu membranu, burze i mišiće oko zgloba. Manifestira se u srednjoj životnoj dobi, no često započinje znatno ranije ali se u praktičnom kliničkom radu uobičajeno dijagnosticira kasnije, kada se pojave simptomi i kada su strukturne promjene već uznapredovale. Simptomi bolesti su u početku blagi, razvijaju se polako, a s vremenom se pogoršavaju. Najčešći znakovi osteoartritis su bol u zglobu, ukočenost, ograničen opseg pokreta, krepitacije, izljev u zglob, hipotrofija mišića, deformacije i različiti stupnjevi upale, ali bez sustavnih učinaka.

Slabost ekstenzora koljena prisutna je u bolesnika s osteoartritisom koljena. Kako napreduje razvoj bolesti mišićna snaga se smanjuje, a naročito snaga kvadricepsa. Dokazano je da u početnom stadiju bolesti I st. po Kellgrenu i

Lawrenceu mišićna snaga bila smanjena 15 do 18 %, u II st. 24 % a u IV st. 38 do 60 %. Ekstenzori koljena su važni jer tijekom hoda smanjuju opterećenje donjih ekstremiteta i rasterećuju zglob koljena. Slabost kvadricepsa jedan je od rizičnih čimbenika za razvoj osteoartritisa koljena zbog smanjene stabilnosti koljenskog zgloba. Senzomotorna disfunkcija kvadricepsa koja podrazumijeva slabost mišića, oštećenu propriocepciju i oštećeni neuromuskularni zaštitni refleks uzrok je boli u koljenu i nesposobnosti donjih ekstremiteta.

U brojnim studijama je dokazano da vježbe jačanja mišića ekstenzora koljena dovode do povećanja snage, smanjuju bol u koljenu i poboljšavaju hod. Također, preveniranje razvoja slabosti kvadricepsa može spriječiti nastanak i usporiti napredovanje osteoartritisa koljena. Brojni su korisni učinci vježbi s opterećenjem u postizanju povećanja mišićne mase i snage, povećanja mineralne gustoće kostiju, smanjenja rizika od pada, povećanja brzine hoda i ravnoteže. Kod starijih ljudi s kardiovaskularnim bolestima treba biti oprezan i dozirati opterećenja koliko im to dopuštaju njihove sposobnosti i stadij bolesti. Iako vježbe jačanja muskulature dovode do smanjenja boli i poboljšanja funkcije, radi što boljeg učinka potrebno ih je kombinirati s vježbama opsega pokreta, vježbama istezanja, vježbama ravnoteže i aerobnim vježbama (hoda, vožnja bicikla).

Brojna istraživanja pokazuju učinkovitost izokinetičkih vježbi u rehabilitaciji bolesnika s osteoartritisom koljena. Izokinetički treninzi koji omogućuju kontroliranu brzinu pokreta i konstantan otpor, pokazali su se korisnima u jačanju mišića, smanjenju boli i poboljšanju funkcionalnih sposobnosti, također mogu poboljšati propriocepciju i ravnotežu, smanjujući rizik od padova i općenito poboljšati kvalitetu života bolesnika s osteoartritisom koljena. Izokinetičke vježbe značajno povećavaju snagu kvadricepsa i hamstringsa u bolesnika s osteoartritisom koljena osobito pri brzinama od 60 st/s i 180 st/s. Izokinetičke vježbe su superiornije u poboljšavanju odnosa, tj. smanjivanju disbalansa između mišića ekstenzora i hamstringsa koljena u odnosu na izotoničke i izometričke vježbe.

Primjenjuju se koncentrične i ekscentrične vježbe, a jedno istraživanje je pokazalo da je trening koji uključuje veliki broj ponavljanja i ekscentrične kontrakcije bio siguran, učinkovit i dobro podnošljiv za pacijente s osteoartritisom koljena.

Izokinetičke vježbe mogu biti korisne u raznim fazama osteoartritisa, kada želimo povećati snagu mišića i poboljšati funkcionalnost. Preporuča se individualizirani pristup, uzimajući u obzir potrebe i stanje svakog pacijenta. Vježbe se provode na različitim brzinama, najčešće od 60 st/s do 240 st/s uz različito opterećenje i broj ponavljanja, ovisno što se želi postići, trening snage, hipertofija muskulature, poboljšanje izdržljivosti, mišićna koordinacija i

propriocepcija. Ne treba postojati bojazan od vježbanja i testiranja na visokim brzinama jer su one daleko niže u odnosu na kutne brzine koje postižemo u svakodnevnom životu. Vježbe se provode uz određeno opterećenja (uobičajeno od 50 % do 90 %) u odnosu na maksimalnu kontrakciju. Ovisno o računalnom softveru kod pojedinih aparata postoji vizualni *feedback*, tj. mogućnost da pacijent na ekranu u obliku krivulje prati kontrakciju koju izvodi, te povećavajući ili smanjujući snagu kontrakcije točno prati zadani nivo opterećenja.

Izolirano se jača pojedina mišićna skupina kako bi se smanjio disbalans između agonista i antagonista. Ako pacijent ima proporcionalno slabiji kvadriceps u odnosu na mišiće hamstringse, program se slaže tako da se više optereti ekstenzorna muskulatura. Prema potrebi jača mišićna skupina se može i potpuno isključiti iz vježbi na način da aparat sam odradi pokret. (Pacijent radi pokret ekstenzije u koljenu uz otpor, a aparat vraća potkoljenu u položaj fleksije bez pružanja otpora.)

Gotovo svi moderniji aparati imaju mogućnost korekcije (izuzimanja) gravitacije. To nam omogućuje da pacijenti koji imaju mišićnu snagu 2 po MMT i ne mogu odignuti ekstremitet protiv gravitacije mogu provoditi vježbe na izokinetičkom aparatu.

Kod pacijenata koji osjećaju bolnost u određenom dijelu opsega pokreta, može se izolirati bolni dio, na način da se kretanja ograniči do bolnog mjesta i vježba samo u dijelu opsega pokreta gdje nema boli.

Također i sa smanjenjem otpora i vježbanjem na većim brzinama izbjegavamo bol. Jedna studija je pokazala da primjena BFR treninga (ograničenja protoka krvi - uključuje primjenu elastičnih traka ili manžeta na gornji dio ruku ili nogu kako bi se djelomično ograničio protok krvi prema mišićima koji se vježbaju, cilj nije potpuno blokirati dotok krvi, već smanjiti protok venske krvi, dok arterijski protok ostaje neometan) pri niskom opterećenju značajno povećava izokinetičku snagu ekstenzora koljena kod žena sa rizikom za osteoartritis koljena, u usporedbi s treningom bez BFR-a. To je postignuto bez povećanja boli u koljenima.

Vježbe za koljeno mogu se provoditi u otvorenom i zatvorenom kinetičkom lancu, uz različito pozicioniranje na aparatu i odgovarajuće nastavke.

Neka istraživanja preporučaju prvo provođenje izotoničkih vježbi pa nakon toga vježbe snaženja. Na izokinetičkim aparatima mogu se provoditi i izotoničke vježbe, a prednost je što se mogu raditi pod različitim kutovima opsega pokreta i mjeri se snaga statičke kontrakcije koju ispitanik upotrebljava.

Budući da je dokazano da slabost mišića kvadricepsa može biti jedan od rizičnih čimbenika za razvoj osteoartritis koljena, dijagnostička izokinetika

ima ulogu u ranom otkrivanju slabosti miškulature, a time i preveniranju i usporavanju razvoja bolesti. Nakon fraktura kostiju natkoljenice, potkoljenice i stopala, operativnih zahvata na kukovima, koljenima gležnjevima, ozljeda ligamenata, meniska i mišića, posljedično dolazi do slabosti kvadricepsa i razvoja disbalansa između agonista i antagonista, u ovom slučaju fleksora i ekstenzora koljena, što za posljedicu ima nestabilan zglob.

Diracoglu i suradnici proveli su izokinetičko testiranje fleksije/ekstenzije koljena. Mišićni manuelni test dao je normalne ili gotovo normalne rezultate mjerenja kod pacijenata s osteoartritisom koljena, izokinetičkim testiranjem pronađene su značajno niže vrijednosti snage, nego kod zdravih ispitanika. Ponekad se gubitak mišićne snage ne može otkriti tijekom kliničkog pregleda, ali se može verificirati putem izokinetičkih mjerenja. To pokazuje superiornost dinamičkog izokinetičkog testiranja mišića u odnosu na statičko testiranje mišića kao pokazatelja mišićne performanse.

Rydevik i sur. usporedili su funkcioniranje i invaliditet kod pacijenata s osteoartritisom kuka. Pacijenti s osteoartritisom kuka imali su blagu do umjerenu bol i značajno nižu snagu ekstenzije koljena na temelju izokinetičkog testiranja. Njihovi zaključci preporučuju uključivanje vježbi za jačanje kvadricepsa i vježbi za održavanje volumena kuka pri razvoju rehabilitacijskih programa za pacijente s osteoartritisom kuka s ciljem poboljšanja funkcije i smanjenja invaliditeta.

Iako su izokinetičke vježbe učinkovite, i u nekim segmentima superiornije u odnosu na izotoničke i izometričke, ne preporuča se provoditi ih izolirano, nego kao sastavni dio rehabilitacijskih programa za liječenje osteoartritis koljena.

Literatura

1. Muscle Testing, Interpretation and Clinical Applications; Zeevi Dvir, Churchill Livingstone, 2004
2. Principles and Practice of isokinetics in Sports Medicine and Rehabilitation, Kai-Ming Chan, Nicola Maffuli: June 1996 by Williams and Wilkins Asia-pacific Ltd
3. Con-Trex Multijoint system; 2000 CMV AG Zurich Switzerland
4. Isokinetik in Sport und Therapi, Hanno Felder, HEILDERBERG; Pflaum Physiotherapie, 1999, isbn 3-7905-0775-x
5. Isokinetic Exercise and Assessment, by David H. Perrin, Human Kinetics, January 1, 1993
6. Relevant, less relevant and irrelevant isokinetic strength test parameters : Some critical comments, Zeevi Dvir, Movement and Sport Sciences, 2014.
7. Davies, G.E.: A Compendium of Isokinetics in clinical Usage. 4th ed. Onalaska, WIS : S & S Publishers. (1992)
8. Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation, Rydevik 2019., Musculoskeletal key

9. Investigation of the relationship between Isokinetic Muscle Strength and Functional performance in patients with Knee Osteoarthritis; i.Yuksel, I.saracoglu,N. Eyvaz, *Forbes j Med* 2023,482).168-178
10. Isokinetic testing of muscle strength in older adults with knee osteoarthritis: An integrative review, Bradley J.Myers may 2020, *Isokinetics and Exercise Science* 28(3) :1-22
11. Efficacy of blood flow-restricted, low-load resistance training in women with risk factors for symptomatic knee osteoarthritis, Randomized Controlled Trial, Neil A Segal, Maria C Davis, Robert B Wallace, Alan E Mikesky, *PMR* 2015 Apr;7(4):376-84.
12. Effect of thigh strength on incident radiographic and symptomatic knee osteoarthritis in a longitudinal cohort; Neil A. Segal, James C. Torner, David Felson, Jingbo Niu, Leena Sharma, Cora E. Lewis, Michael Nevitt, *Arthritis and care research*, 27 August 2009
13. Functioning and Disability in Patients With Hip Osteoarthritis With Mild to Moderate Pain; Karin