I.□□□□□ Izokinetika, izokinetická dynamometrie, izokinetické přístroje

Izokinetika

Pojem „izokinetika“ se vztahuje k typu pohybu a znamená pohyb konstantní rychlostí („Isokinetic“ = stejná rychlost). Konkrétně se vztahuje ke specifické situaci, ve které sval či svalová skupina působí proti kontrolovanému, přizpůsobujícímu se odporu. Ten způsobuje, že se segment těla pohybuje v rámci předem definovaného pohybu konstantní úhlovou nebo lineární rychlosti. S pojmy izokinetická svalová činnost, resp. akce, izokinetické cvičení, izokinetické měření, resp. testování apod. se lze setkat především v oblasti sportu a rehabilitace.

{loadposition user5}

Izokinetická dynamometrie

Izokinetická dynamometrie se týká vytvoření proměnlivého odporu a jeho měření. Používá se téměř výhradně k měření velikosti volní svalové kontrakce. To znamená, že kromě fyziologických a mechanických faktorů hrají roli také faktory psychologické, neboť základními komponentami testování jsou i motivace a spolupráce. Izokinetickou dynamometrii lze rovněž použít k měření svalového výkonu, který může být zahájen nedobrovolně, například u pacientů trpících následky křečovité obrny.

Historie izokinetických přístrojů

První jednoduché izokinetické přístroje se objevily na začátku 70. let 20. století a umožňovaly pouze koncentrickou svalovou činnost. Významným mezníkem ve vývoji izokinetických přístrojů byl začátek 80. let, kdy začaly být využívány servomotory a mikroprocesory, což vedlo ke zkvalitnění měření a umožnilo mj. okamžité poskytování dat a jejich analýzu. Nové typy přístrojů

dále umožnily cvičení při excentrické svalové činnosti. K nejznámějším izokinetickým přístrojům patří Cybex, Kin Com, Isomed, Biodex.

Základní součásti izokinetických přístrojů

- „Hlava“, ve které je umístěn dynamometr, který kontroluje rychlost přístroje, což je umožněno servomotory nebo hydraulickými ventily. Dynamometr umožňuje měření úhlové rychlosti, polohy a působící síly. Síla, kterou působí proband, nemusí být maximální, ale taková, aby umožnila dosažení předem nastavené úhlové rychlostí.
- Jednotka, která se pohybuje působením síly vyvíjené probandem (představuje interface mezi probandem a systémem). Je tvořena ramenem páky a zařízením pro snímání síly

Princip fungování izokinetických přístrojů

Všechny izokinetické přístroje pracují na stejném principu: rameno páky, s kterým je proband v kontaktu, se pohybuje předem nastavenou úhlovou rychlostí (PAV – preset angular velocity). To je umožněno skutečností, že tlačí-li proband do podložky silněji, přístroj zvětší odpor a rychlost zůstává konstantní. Odpor je tedy proměnlivý a odpovídá změnám v síle vyvíjené svaly v jednotlivých úhlech pohybu.

Přednosti a nedostatky izokinetických přístrojů

K přednostem izokinetických přístrojů patří snadná (nenáročné na zvládnutí techniky cvičení) a bezpečná realizace cvičení u širokého spektra cvičenců, včetně netrénovaných jedinců a rekonvalescentů, dále jejich vysoká reliabilita (korelační koeficient mezi 0.93-0.99) a obsahová validita vzhledem k výkonnosti svalů. Je třeba zmínit, že někteří autoři tyto přednosti zpochybňují a poukazují na nedokonalost přístrojů vzhledem k produkci izokinetické síly v celém rozsahu pohybu (především u vyšších rychlostí pohybu). Zpochybňován bývá rovněž přenos tréninkových efektů do sportovních výkonů vzhledem k malé specifičnosti cvičení a tím i přínos pro tréninkovou praxi.

II. Izokinetický dynamometr IsoMed 2000

Základní informace

Přístroj IsoMed 2000 (D. & R. Ferstl GmbH, Hemau, Germany) se používá k diagnostikování a tréninku izokinetické síly při širokém spektru cviků. Cvičení na přístroji umožňuje dosažení maximální síly v plném rozsahu pohybu. Může však probíhat rovněž v izometrickém režimu (na základě výsledné křivky síla – čas je možné usuzovat na úroveň rychlé síly, včetně charakteristik startovní a explosivní síly, a určit velikost rychlostně-silového indexu).

Přístroj využívají výzkumná pracoviště, národní sportovní centra, pracoviště podporující vrcholový sport, sportovní kluby, rehabilitační centra v Evropě i v zámoří. FTK UP v Olomouci vlastní jako jediné pracoviště v ČR základní modul přístroje, který bude doplněn modulem Leg Press Athletics.

Základní součásti přístroje

- Dynamometr,
- Sedadlo s opěrkou,
- Otáčivé rameno s monitorem,
- Kontrolní skříňka,
- Sada adaptérů, umožňujících provádění širokého spektra cviků (např. ramenní adapter, kolenní adapter s dvěma podložkami, 3D adapter pro chodidlo…).

Výhody přístroje

- Vysoká přizpůsobivost individuálním parametrům probandů – systém umožňuje automatické nastavení podle již uložených charakteristik z předchozích měření probandů pomocí ovladačů na dynamometru.
- Bezpečnost – bezpečnostní vypínače, elektronicky řízené bezpečnostní uzamykání, bezpečnostní mechanické nastavení rozsahu pohybu, upozornění v případě odchylek od cílové pozice na display.
- Dynamometr s výkonem 500-750 Nm, bezdrátový AC servomotor a telemetrický přenos signálu.
- Možnost provedení gravitační korekce pro získání skutečných hodnot síly.
- Software pracující pod DOS, umožňující operativně měnit tréninkové sekvence, velikost zatížení, akcelerace a brzdění, kompenzovat působení gravitace, operativně zpracovávat získaná data pomocí Windows.
- Biofeedback – zobrazení aktuálního výkonu testované osoby na display (bez nutnosti měnit cvičební polohu).
- Memotronic (pamětní funkce) – uchovává a využívá všech dosud získaných dat probanda). Umožňuje automatické nastavení správné polohy pro měření s maximální přesností a hodnot dynamometru (průběh cvičení).
- Kompatibilní přídavné moduly: „Back extension“ (verze 500 nebo 1000 Nm), „Back rotation", Leg press (maximální zatížení 2000 nebo 8500 Nm).
- Bezdrátový Local area Networks system (Isomed 2000WLAN) – umožňuje interaktivní přenos dat během cvičení do PC s MS Windows, vizualizaci výsledků, porovnání souborů, další zpracování a grafické vyjádření výsledků.

III. Testování s využitím izokinetických přístrojů

Testování ve sportovní praxi

Izokinetické přístroje poskytují informace o mechanickém výkonu svalových skupin. Testování svalů obvykle sestává z menšího počtu (liší se dle protokolu) maximálních kontrakcí, které umožňuje získat reprezentativní křivku momentu síly vzhledem k poloze (křivka MAP – moment angular position).

Řada studií ukazuje na vysokou korelaci mezi výsledky izokinetického měření síly a sportovním výkonem. Izokinetická měření síly jsou vhodným nástrojem detekce změn v úrovni síly v dlouhodobém i horizontu i sledování dynamiky změn v rámci tréninkových období. Většina studií rovněž potvrdila možnost využití výsledků izokinetického měření síly pro predikci zastoupení jednotlivých typů svalových vláken ve svalech.

Kontrolní parametry testování

Při měření se uplatňuje řada kontrolních parametrů. Kontrolní parametry musí být předem specifikovány a lze je rozdělit na parametry na kloubním spojení závislé a nezávislé.

1. Parametry závislé na kloubním spojení: rozsah pohybu, úhlová rychlost, umístění testované osoby, stabilizace, shoda osy dynamometru a osy kloubu, typ kontrakce ...
2. Parametry nezávislé na kloubním spojení: izometrická preaktivace, zpětná vazba, korekce signálu …

Z uvedených charakteristik objasníme některé detailněji:

Rozsah pohybu (ROM – range of motion)

Vyjadřuje celkový přípustný (předem nastavený) posun ramene páky a měří se ve stupních, event. v radiánech. Izokinetický sektor je při testu vždy menší než nastavený celkový rozsah pohybu, neboť každý pohyb začíná (a končí) statickou pozicí. Proto je potřeba určité vzdálenosti, resp. úhlu a času, než rychlost pohybujícího se ramene dosáhne přednastavené úhlové rychlosti.

Ukazuje se, že měření využívající kratší ROM poskytuje srovnatelná data s delším nebo plným ROM, což přináší nové možnosti v izokinetickém testování. Krátké ROM má především tři výhody:

1. omezením ROM může být síla testována mimo choulostivé úhly, což znamená omezení ohrožení anatomických struktur díky stresu nebo úsilí,
2. omezené ROM pozitivně redukuje efekt rozdílu mezi umístěním osy přístroje a kloubu, neboť čím větší je úhel pohybu tím menší je shoda mezi okamžitou osou otáčení a motorickou osou,
3. v některých případech (např. testování trupu) je dlouhé ROM spojeno s významným gravitačním efektem jako například při flexi a extenzi trupu při ROM 70°.

Úhlová rychlost (AV – angle velocity)

Je dána rychlostí ramene páky distálního segmentu. Bez ohledu na svalový a kloubní systém bývá běžně využívána rychlost 30° . s^{-1} a její násobky. Tato praxe nemá žádné funkční ani biologické opodstatnění, ale historické kořený vyplývající z měření pomocí přístroje Cybex. Platí, že čím vyšší je AV, tím menší rozsah pohybu je proveden izokineticky.

Izometrická preaktivace (IPA – isometric preactivation)

Zahájení pohybu může předcházet izometrická svalová kontrakce, což může pozitivně ovlivnit sledované silové ukazatele (existuje signifikantní vztah mezi izometrickou preaktivací a

výstupním momentem síly).

Zpětná vazba (feedback)

Poskytuje cvičícímu, resp. testované osobě informace o efektivitě jeho činnosti. Účelem znalosti výsledků je především:

- udržení nebo usnadnění motivace testovaného,
- podpora výkonu,
- poskytnutí korektivní informace.

Výkonnostní parametry při testování síly

K hodnocení výkonnosti se nejčastěji využívají:

Křivka momentu síly vzhledem k poloze (MAP – moment angular position)

Ne všechny izokinetické křivky mají stejný typický tvar převráceného „U“. V důsledku toho je s těmito křivkami spojený určitý stupeň specificity. Typickým příkladem je odlišnost mezi koncentrickými MAP křivkami u kvadricepsu a hamstringu při pozici v sedu. Zatímco křivka kvadricepsu začíná a normálně končí na nebo blízko nulové hodnoty ramene síly, hamstring je charakterizován monotónním zvyšováním křivky s vrcholem blízko nebo na konci rozsahu pohybu.

Maximální hodnota momentu síly (PM – peak moment)

PM představuje maximální hodnotu křivky MAP.

Průměrná hodnota momentu síly (AM – average moment)

Velmi často používaný ukazatel síly (v Nm).

Mezi PM a AM existuje silná korelace (> 0,9) v koncentrické i excentrické kontrakci.

Kontrakční práce (Cw – contraction work)

Míra práce nebo spotřebované energie v testu (v joulech).

Kontrakčí výkon (Cp – contraction power)

Výpočet: *Cp* = Cw/t (ve watech).

Kontrakční impuls (Ci – contraction impuls)

Produkt silového momentu x čas, po který moment působí (v Nms) (má specifický význam – např.: při porovnání sprinterů a lyžařů běžců při cviku extenze kolene byl nejlepším

diskriminátorem mezi skupinami, zatímco PM neodhalil rozdíly).

Redukce ve vrcholovém momentu (PM)

Jedná se pravděpodobně o nejčastější ukazatel únavy a vytrvalosti. Je založen na procentuálním poměru první a poslední kontrakce.

Redukce v kontrakční práci (CW) a kontrakčním výkonu (CP)

Jedná se o ukazatel únavy a vytrvalosti.

Čas

Jedná se o ukazatel únavy a vytrvalosti. Vyjadřuje čas, po který testovaný udržuje 50% nebo více vrcholového momentu z úvodní kontrakce.

Vybrané aspekty tréninku s využitím izokinetických přístrojů

Specificita typů kontrakce

Výsledky studií ukazují, že koncentrický trénink je nespecifický. U excentrického tréninku jsou výsledky nejednoznačné – většina studii ukazuje na určitou specificitu. Excentrický trénink může v porovnání s koncentrickým vyvolat vetší zlepšení excentrické síly, předchází-li koncentrické posilování. Nižší rychlosti jsou pravděpodobně blíže zóně transferu z jednoho typu kontrakce na druhý.

Specificita tréninkových rychlostí

Téměř všechny studie ukazují na překrývání rychlosti, tj., že cvičení určitou rychlostí se projeví nárůstem síly v rychlostech nižších i vyšších. Nedá se říct, zda nedostatek specificity je více typický pro větší či nižší rychlosti.

Transfer zisků mimo trénovaný rozsah pohybu

Ukazuje se, že existuje různá míra přesahu především směrem ke zvýšení kloubního úhlu (např. trénovaná zóna 30-60°, zjištěno zlepšení v rozsahu 60°-80°, které bylo vyšší než v uvedené tréninkové zóně).

Použitá literatura

Anonymous (2003). *User Guide IsoMed 2000*. D. & R. Ferstl GmbH.

Dvir, Z. (2004). *Isokinetics (Muscle Testing, Interpretation and Clinical Aplications)*. Elsevier Limited.

Stone, M. H., Stone, M., & Sands, W. A. (2007). *Principles and Practice of Resistance Training*.

Champaign, IL.: Human Kinetics.

Internetové zdroje:

www.isokinetics.net

www.isomed2000.de