

Masszázs és a fizikai erőnlét visszanyerése: biomechanikai és elektromiográfiai (EMG)* megközelítés

P. Portero, F. Canon, F. Duforez

A masszázst már az Ókorban is használták a teljesítmény növelésére és az erőlet visszanyerésének megkönnyítésére a megerőltető gyakorlatok után (Harris, 1964). Annak ellenére, hogy a masszázsnak ilyen hosszú története van, az irodalomban kevés olyan tudományos bizonyíték áll rendelkezésre, ami igazolná hatásosságát. Sokféle technikáról olvashatunk. A masszázs jótékony hatását annak a fiziológiai válasznak tulajdonítják, amit az emberi test mechanikai stimulációja vált ki. Háromféle ilyen választ különböztetünk meg:

- a sejtmembránok áteresztőképességének növekedése, így a sejtekben felhalmozódott káros anyagok könnyebben távoznak
- a véráram gyorsulása, ami megkönnyíti a káros anyagok, és az oxigén elszállítását
- a masszázs hatást gyakorol az izmokon belüli érzékelőreceptorokra is.

A masszázs csökkentheti ezeknek a receptoroknak a terhét, egy olyan érzéstelenítő reakciót vált ki, ami enyhíti a diszkomfortérzetet egy megerőltető fizikai tevékenység után.

Annak ellenére, hogy sok felmérés támasztja alá ezeket az állításokat, nem létezik olyan adat, ami megkülönböztetné a leírt vagy vélt hatásokért felelős mechanizmusokat. Az egyetlen kivétel az a tény, ami szerint a test hőmérséklete a masszázs alatt és után kissé megemelkedik. Ezt egy gyenge erősségű összehúzó követi, ami nincs hatással az anyagcserére. A hiperémia (vérbőség), amit a masszázs vált ki, megnövelné az összehúzó anyagcseretermékeinek elszállítását és megkönnyítené a felépülést. Ennek az eredménye az lenne, hogy képesek lennénk egy nagyobb intenzitású, és hosszabb ideig tartó gyakorlat végrehajtására. Azonban - az egy fizikai tevékenység utáni- felépülés azzal jár, hogy a teljesítőképesség közben lecsökken. Ez összhangban van a fáradtság definíciójával, specifikusabban az izmok elfáradásával.

Az izomfáradtság fogalmának kidolgozása mögött sok kutatói munka áll. A legkülönbözőbb fizioopatológiai állapotokat foglalja magába: a betegségek által kiváltott fizikai kapacitás csökkenése, amit egy intenzív edzés is kiválthat, tartson az rövid vagy hosszú ideig.

A helyi izomfáradtságnak többféle meghatározása lehet. Edwards szerint: az izom nem képes fenntartani egy adott teljesítményt egy vagy több összehúzó során. Az izomfáradtság kóroktanát már tíz éve kutatják.

Az izom összehúzódása fiziológiai események egész láncolatának az eredménye, amelynek minden egyes láncszeme egy potenciális fáradtságforrás. Kétféle fáradtságot különböztetünk meg:

- a központi fáradtság, ami a központi idegrendszerből indul ki. Ez a fajta kifáradás csak kismértékben befolyásolja a teljesítmény csökkenést.
- a periférikus fáradtságba beletartozik az izmon belüli összes mechanizmus. Több kiadvány mutatta be ennek folyamatnak a kulcsát és különböző tényezőit.

Az elsavasodás egyike ezeknek a tényezőknek, amik szerepet játszanak az izomfájdalom megjelenésében. Az izmok pH-ja a 7-es nyugalmi állapotról 6,4-6,6-ra csökken egy intenzív, kimerítő gyakorlat utántól a teljes kimerülésig. A pH-nak a csökkenése nagyrészt a

többlettöltéssel rendelkező protonoknak köszönhető, amik hozzákapcsolódnak a felhalmozódott tejsavmolekulákhoz. Ez a csökkenés többféle módon befolyásolhatja a sejtszintű anyagcserét, és különösen az enzimatis aktivitást, mivel a Na-K ATP meghatározza az ionok áramlását a membránokon keresztül, és az izomrostok belső membránjainak az ingerelhetőségét.

E probléma megoldását a - még nem elterjedt- elektrofiziológiai megközelítést segíti: az EMG használata és az általa adott jelzések spektrális analízise. Az izometrikus fáradtság próba, az energia növekedése és az átlagfrekvencia (MPF) csökkenése során elemzett spektrumok kapcsolatban kell legyenek az izomrostok hosszában terjedő feszültség csökkenésével, amit az anyagcseretermékek eltávolítása követ. A kapcsolatot az izmok pH-ja és az átlagfrekvencia között egy izometrikus próba során is kimutatták. Sőt az izometrikus izom-összehúzódnás által kiváltott helyi iszkémia, (vértelenség), ami fokozza az elsavasodást, is egy olyan tényező, ami közrejátszik a fáradtság kialakulásában

A célja ennek a tanulmánynak, hogy meghatározza az LPG által használt technika hatásait. Hatása a kötőszövetekre, erősítve az érhalózatot és fokozva a nyirokműködést, segíti a gyakorlatok során felgyülemlett az anyagcseretermékek eltávolítását. Ezáltal segíti a regenerálódást és csökkenti az izmok elfáradását. Az LPG technológia hatékonyságát az izmok tűréshatárára az egészséges embereknél - egy több paramétert is figyelembe vevő vizsgálat fogja kimutatni. (Biomechanika, EMG, az izomfáradtság szubjektív megítélése)

A vizsgálat és eszközei

A kutatásban résztvevők

A résztvevők csoportja tíz férfiból áll. (Koruk: 28,2 év +/-8.05; súlyuk: 68,1 kg +/-9.23; magasságuk: 179,2 cm +/-6,86) A teljes körű tájékoztatás után, írásbeli beleegyezésüket adták, hogy részt vesznek a kísérletben. Az alanyok nem szenvednek semmilyen krónikus betegségben, nem sérült sem a vizsgált testrész sem a teljes izomzat.

Eszközök

A használt masszázsgép (LPG Systems, S 70-es típus), olyan vákuumtechnológiával dolgozik, a kezelőfejbe begyűrődött szövetek formálását és megmozgatását idézi elő. Garantálja a precizitást és a biztonságot, ami elengedhetetlen e technika az egészségügy területén való használata során.

A mechanikai paramétereket A Cybex 330 izokinetikusan erőmérő segítségével határozzák meg.

Az EMG regisztrálását a Beckmann típusú elektródáknak, és egy erősítőnek köszönhető, amely felerősíti a Gould jeleket, amiket egy mágneses felvevőgépre (TEAC R 71) kapcsolnak.

A kísérlet menete

A fizikai vizsgálatok

Háromféle vizsgálatot hajtottak végre, a hét minden napján. (ábra 1) Ezek sorrendje véletlenszerűen volt meghatározva, de minden nap ugyan abban az időpontban. Mindegyik alany végre hajtotta a teszteket, mindig azonos időpontban, a jobb lábbal.

Első vizsgálat- Referencia

- A négyfejű combizom „akaratlagos maximális erejének” mérése, izometrikus összehúzódáskor (FVM1), a Cybex 330-as erőmérővel- 3 próba
- Öt perces pihenő periódus
- Az izometrikus kifáradás (FVM1 66%-a) vizsgálata. Az összehúzódást a teljes kimerülésig fenntartva. A külső vaskosizom (a négyfejű combizom fő mozgatója) EMG-jének figyelembevételével, és a kitartott mozdulat idejének mérésével.
- Egy perces pihenő periódus
- Az „akaratlagos maximális erő mérése (FVM2)-3 próba

Második vizsgálat

- Az „akaratlagos maximális erő” mérése (FVM1)
- Öt perces pihenő periódus
- A helyi kimerülés vizsgálata, annak alapján, hogy az alanyok hogy tudják lábszárukat térdből 180 fokos szögsebességgel 30-szor megfeszíteni és nyújtani, maximális erő kifejtéssel.
- Egy perces pihenő periódus
- Az FVM2 mérése- 3 próba
- 15 perces pihenő idő, a pH helyreállításához szükséges idő 45 perc
- Izometrikus kifáradás vizsgálata (u.a. mint az első vizsgálat során)
- Egy perces pihenő periódus
- Az FVM3 mérése – 3 próba.

Harmadik vizsgálat

Ugyan úgy végezték, mint a másodikat, azzal a kivétellel, hogy a 15 perces pihenő idő során használták az LPG-t 8 percen keresztül a jobb comb elülső részén. A fáradás vizsgálata (az EMG jelek mérésével) izometrikus és nem dinamikus összehúzódás során valósult meg, mivel:

- izometrikus összehúzódáskor az MPF könnyebben kiaknázható
- a mozgásközpontok bevonása ilyenkor stabilabb, az erő állandó, szemben a dinamikus összehúzódáskor, ami az izom feszülésének és hosszának változásával jár.

A fáradtság vizsgálata során a kifejtett erő a Cybex 330 képernyőjének közepén volt látható. Az EMG jeleket a felszínen bipoláris elektródákkal fogták fel, majd a konvencionális technikával erősítették és regisztrálták a jeleket. A vizsgálata ezeknek a jeleknek spektrális analízisből áll, amit egy speciális szoftver segítségével végeztek, kiszámolva az MPF-et és a teljes energiát.

Egy mérőskála segítségével (0-10-ig számozva), aminek értékét az alanyok határozták meg, kiszámolhatóvá vált a kifejtett erő percepciója (RPE)

A masszáz

A gépi masszázst (az LPG fejlesztése) a jobb comb elülső részén - e technika alkalmazását már jól ismerő- kutató végezte. A masszázst több irányba végezték a végtagokon, a Scarpa

háromszöget kihagyva. A kezelést 2 perccel az FVM2 mérése után kezdték és 8 percig tartott, beleértve a pihenőperiódust is. A szövetekre ható nyomás intenzitása – egy 0-10-ig terjedő skálán mérve- 5 erősségű volt. (A tízes értékhez 500 mbar tartozik.)

Statisztikai számítások

A különböző paraméterek átlagát vették +/- a szórást. A sorozatok összepárosításával számszerűsíthetővé vált az LPG technika hatása. A szignifikancia szint: $p < 0,05$.

Eredmények

Az eredmények kifejezték a különböző vizsgálatok során alkalmazott módosításokat. (Referencia vizsgálat, vizsgálat LPG nélkül és LPG-vel.):

- A próba és kifáradás után mért izometrikus erőpárok összehasonlítása: A százalékos átlagok összehasonlítását úgy végezték, hogy mindegyik érték $\arcsin x$ -ét vették;
- A teljes kifáradásig kitartott izometrikus összehúzódás idejének összehasonlítása: mindegyik izometrikus fáradtság próba után
- A feldolgozott MPF értékek összehasonlítása mindegyik izometrikus fáradtság próba után
- Az erőkifejtés percepció értékeinek összehasonlítása (RPE) izometrikus fáradtság próbák alapján

A főbb eredményeket a 2, 3 és 4 ábrák mutatják be.

- A második ábra az izometrikus fáradtság próba alapján mért FMV csökkenést mutatja be (a kezdeti érték százalékos arányában). Az értékek: $-3,48 \pm 7,53\%$ (ref.), $-10,85 \pm 5,78\%$ (LPG nélkül), $-5,289 \pm 6,6\%$ (LPG-vel). A különbségek jelentősek voltak a referencia és az LPG nélküli vizsgálat során mért eredmények között: ($p < 0,01$), de az LPG nélküli és az azt alkalmazó vizsgálat között is: ($p < 0,03$)

- A harmadik ábra a tūrésidő változását mutatja másodpercben kifejezve az izometrikus fáradtság próba alapján. A referencia értékek: $63,9 \pm 12,25$ mp, LPG nélkül mért értékek: $52,1 \pm 9,17$ mp, LPG-vel: $58,2 \pm 8,16$ mp. A különbségek jelentősek voltak a referencia és az LPG nélküli vizsgálat során mért eredmények között: ($p < 0,01$). Jelző értékű volt a különbség ($p = 0,10$) a referencia és LPG-vel, de az LPG nélküli és LPG-vel végzett vizsgálatok során is.

- A negyedik ábra az MPF változásait mutatja (a csökkenést a kezdeti érték százalékában kifejezve) az izometrikus fáradtság próba alapján. Az értékek: $18,41 \pm 8,51$ (ref.); $25,24 \pm 8,31$ (LPG nélkül) és $20,03 \pm 9,21$ (LPG-vel). A különbségek jelentősek voltak a referencia és az LPG nélküli vizsgálat során mért eredmények között: ($p < 0,01$), de az LPG nélküli és azt alkalmazó vizsgálat között is: ($p < 0,03$)

Végül az RPE értékei: $8,9 \pm 1,01$ (ref.); $9,03 \pm 1,03$ (LPG nélkül); $8,96 \pm 1,2$ (LPG-vel). A különbségek nem jelentősek.

A kísérlet eredményeinek megvitatása

A masszázsnak többféle technikája ismert, amit arra használnak, hogy csökkentse az egy megerőltető tevékenység után jelentkező diszkonfort érzetet, és hogy megkönnyítse a

regenerálódást. Ennek ellenére a masszázs valódi hatását a regenerálódás gyorsítására nem bizonyították és ennek a szóban forgó mechanizmusnak a természete sem ismert. Ez valószínűleg azzal a ténnyel van összefüggésben, hogy az izomfáradtság egy olyan dolog, aminek a kiváltó okai még nem tisztázottak. Mindenesetre az izmok kifáradása az izmot meghatározó tényezők zavarának tudható be. Tehát tanulmányozni kell azokat a lehetőségeket, amik visszaállítják e tényezők eredeti, nyugalmi állapotát, ami elősegíti a teljesítmény helyreállítását. E tanulmánynak az eredményei azt mutatják, hogy a beszívásos, görgős technológiát alkalmazó LPG gépek hatására könnyebb volt a regenerálódás. Következésképpen vizsgálhatjuk egyrészt a fáradtság lehetséges okait a kísérletünk keretein belül, másrészt a masszázs fiziológiai hatását és e hatások okait.

A véráram lassulása egyike azoknak az okoknak, amelyek az irodalom szerint kiváltják az izomfáradtságot. A véráram szabályozottsága az izmok anyagcsereszintjétől függ. A vér áramlása az izmokban valószínűleg megszakad, mivel az izmok összehúzódása a kívánt maximális erő 20-40%-a között van. Ennek köszönhetően az izmok működéséhez szükséges vérmennyiség csak az összehúzódások között van jelen. Enélkül az oxigénellátás és az anyagcseretermékek elszállítása nem megfelelő. A módosított izokinetikus fáradtságpróba során, az eredetit Baltzopoulos (1988) írta le, a fáradtság értékei $63,9 \pm 8,18\%$ között volt LPG nélkül és $64,92 \pm 9,16\%$ között LPG-vel. Az eredmények szerint: egyrészt e két próba azonos intenzitású volt, másrészt ez az intenzitás egy magasabb szinten helyezkedik el, mivel ezek az értékek a teljesítmény kb. 35%-os csökkenésének felelnek meg, 30 másodpercnyi időegység alatt. Ez az anaerob típusú folyamat, ami során az anyagcseretermékek felhalmozódnak és zavar keletkezik az izomertikus összehúzódás során. A 15 percnyi regenerálódás itt nem elégséges, hogy visszaálljon az izmok anyagcsere egyensúlya és pH-ja. LPG nélkül, az izometrikus fáradtság tesztje, az izokinetikus tesztnek köszönhetően, a megzavart anyagcsere során valósul meg. Sőt a teszt során használt izometrikus gyakorlat (FVM 66%-a) jelentős anyagcsere igénybevételt idéz elő, a pH 6,6-ra esik (Sahlin, 1975), ez a kényszer hozzáadódik az izokinetikus próba által előidézett igénybevételhez. Ezzel magyarázható az erő, a tőrésidő és az MPF teljesítmény még nagyobb csökkenése. Ez a paraméter, amit az EMG jelek spektrális változása mutat, egyrészt jól kifejezi az izom kifáradását, másrészt jelzi az anyagcsere folyamatokat és az emögött húzó izmokat. Tehát az MPF mennyisége arányos a protonok (H⁺) és negatív ionok (H₂PO₄⁻) számával, sőt a mozgásközpontok változásával is.

Ez a masszázs technika - azzal, hogy hatással van a helyi véráramra - feltehetőleg megkönnyíti a regenerálódást köszönhetően nagyrészt mechanikai, másodsorban hőtani hatásának. Mindegyik esetben a vizsgált hatások jelentősek, mivel a főbb paraméterek értékei, melyeket az LPG alkalmazásakor mértek közel vannak a Referenciaértékekhez különösen az MPF esetében. Ez azzal magyarázható, hogy a masszázs hozzájárul az anaerob anyagcseretermékek eltávolításához. Ez a szituáció összekapcsolva a masszázzsal és a pihenéssel hatásosnak tűnik a regenerálódási folyamat optimalizálására. Végül meg kell jegyeznünk, hogy azok a paraméterek, amik meghatározzák az erő percepcióját, nem változtak. Ez a jelenség azzal magyarázható, hogy a kísérletben résztvevő alanyok erő kifejtése mindig maximális volt.

Összefoglalás

Ennek a tanulmánynak az eredményei bebizonyították az LPG technológia kétségtelenül hatékony az általános kifáradás legyőzésében, és az izomfunkciók helyreállításában. Ezt a hatást nagyrészt az izomfáradtság állapotát bemutató elektrofiziológiai paraméterek bizonyítják. Annak ellenére, hogy a szóban forgó mechanizmus nem volt tisztán meghatározva, úgy tűnik, hogy az LPG rendszer által kifejlesztett görgős masszázs technika,

kedvezően hat az izmok regenerálódására. A hám és kötőszövetekre ható mechanikai erők minden bizonnyal a kiindulópontjai a keringési és termikus változásoknak, amik segítenek az anaerob anyagcseretermékek elszállításában. Ezek az eredmények arra bátorítanak, hogy újabb perspektívákat nyissunk e technika használata terén, úgy a kezelés időtartamát illetően, mint annak felhasználási lehetőségeit nézve.

Egy új masszázstechnika hatása az általános fáradtságérzés javításában

**P. Portero,
F. Canon*, F. Duforez****

Bevezetés

Az Ókor óta a masszást nem csak a sportteljesítmény javítására használták hanem arra is hogy megkönnyítsék a regenerálódást egy-egy megerőltető gyakorlat után. Mégis sok információ hiányzik arról, hogy egész pontosan milyen technikát alkalmaztak, és milyen hatást feltételeztek. Bár a test kifáradását meghatározó tényezőket és annak megnyilvánulásait jól ismerték, a masszázs felépülésre való hatása máig vitatott.

Ennek a tanulmánynak éppen az a célja, hogy kvantifikálja, számszerűsítse, egy új masszázstechnika hatását a megerőltető munkák által kiváltott fáradtság és az esetleges sérülések javítására.

Eszközök és módszer

Résztevők: 10 önkéntes, egészséges alany vett részt a tanulmányban

Eszközök: - *masszírozógép* Cellu M6 NG (LPG Systems, Franciaország), ami szívásos és görgős technika segítségével alakítja és megmozgatja a kötő-, és hámszöveteket

- *futószalag* 10%-os lejtési szögre állítva
- *erőmérő* (Cybex 330) a négyfejű combizom erejének mérésére
- *mérőszalag* a comb területének mérésére egy erőmérővel összekapcsolva, hogy a szalag együtt tágulhasson az izomtömeggel.
- *mérőskála* 0-10-ig számozva a fájdalom mérésére.

Kísérlet: 6 nap tapasztalatait gyűjtötték össze. A méréseket a futószalagon töltött 40 perc előtt és után végezték. A masszázst (10 perc) minden nap elvégezték ugyan azon a combon utána is végeztek mérést. A másik, nem masszírozott comb, összehasonlításra szolgált.

Számítások: Valószínűségszámítási módszereket alkalmaztak a vizsgálat adatainak összehasonlítására

Eredmények

Három lényeges eredményt különböztettünk meg:

- a nem masszírozott comb területének jelentős növekedése ($p < 0,01$) a masszírozottal szemben. Ez az excentrikus munka eredményeképpen kialakult ödémának köszönhető. A masszázs viszont csökkentette az ödéma kialakulását a másik oldalon.
- az összehúzódáskor jelentkező fájdalom (maximuma a 2. napon: N2) jelentősen kevesebb ($p < 0,01$) a masszírozott oldalon (2. Ábra), ez kétségtelenül az ödéma hiányának köszönhető
- a négyfejű combizom maximális izometrikus ereje kb. 15%-kal csökkent a gyakorlat után. (3. Ábra). A második napra a nem masszírozott combon ez a csökkenés megmaradt, míg a masszírozott oldalon tényleges regenerálódás következett be ($p < 0,02$). Az összehúzódásból adódó fájdalom csökkenése kétségtelenül hozzájárult az izomfunkciók javulásához.

Összefoglalás és magyarázat

Az alkalmazott masszázstechnika hatásos a fáradtság és a sérülések regenerálására. Bár a szóban forgó mechanizmusok nincsenek világosan kifejtve, mégis azt feltételezhetjük, hogy a masszázs hatással van a szövetközi folyadék eltávolítására csökkentve ezzel az ödémát. A hatékonyságbeli különbséget a kézi és géppel végzett masszázs között azzal lehet magyarázni, hogy a kézi technika nem képes úgy megmozgatni a szöveteket, mint a gépi.

Egy új masszázstechnika hatása az általános fáradtságérzés javításában

P. Portero,
F. Canon*, F. Duforez**

Összefoglalás

A szokásostól eltérő idejű vagy intenzitású izommunka elősegíti a fokozott kifáradást és az esetleges sérülések kialakulását. A masszázst gyakran ajánlják ennek gyógyítására anélkül, hogy hatása bizonyított lenne. Ez a tanulmány az LPG által kifejlesztett masszázstechnika hatásait akarja kimutatni és számszerűsíteni, a lejtőn való 40 percnyi futás által okozott fáradtságra. Tíz egészséges alany vett részt önkéntesen a kísérletben, ami 4 napig tartott. A masszázs minden nap 10 percig végezték, de csak az egyik combon. A fontosabb mért paraméterek a következők: a comb területe, az izom-összehúzódáskor bekövetkezett fájdalom és az izomerő. A két comb között jelentős különbségeket figyeltek meg. A masszírozott comb területe a nem nőtt, a masszázsnak feltehetőleg csökkentenie kellett az ödéma kialakulását, azáltal, hogy mobilizálta a szövet és sejtközi folyadékot. A masszírozott combon kialakuló kisebb fájdalom valószínűleg az ödéma hiányának köszönhető. Az igénybevétel után lecsökkent izomerő (kb. 15%) a második napra regenerálódott, de csak a masszírozott combon. A fájdalom csökkenése is ezzel magyarázható. Szemben azzal amit a legtöbb tanulmány a kézi masszázsról kimutatott, ez a technika hatásos az izmok kifáradásának regenerálására, bár a szóban forgó mechanizmus még nem teljesen tisztázott.

Bevezetés

Az először végzett vagy túl nagy intenzitású esetleg túl hosszú ideig tartó izomedzés kedvez a sérülések kialakulásának. A legtöbbször végzett izommozgás az excentrikus izomösszehúzódás (izomszálak szétesésnek, az izom meghosszabbodik) (Armstrong, 1990). A fájdalomérzet a gyakorlatok után jelentkezik, kivéve ha az edzés hosszú ideig tart, ilyenkor már az alatt kialakul. A fájdalom csúcspontja az edzés utáni 24 és 48 óra közé esik, de a megszűnése több mint egy hetet is igényelhet. Az általános fáradtság együtt jár az izomkapacitás csökkenésével a kapacitás teljes regenerálódása három hétig is eltarthat. Tehát időbeli eltolódás van a fájdalomérzet, a fáradtság és a későbbi sérülés megjelenésében. (Jones, 1986)

A fáradtság és a sérülés az izomrostok és az izommembránok szintjén keletkezik. A rostokban a sérült területen, ahol a rostok elszakadtak, a sejtek elhalnak. (Friden, 1983). A sérüléseket amik az edzést követő héten a legnagyobbak, gyulladás és a fehérjék lebontása követi. (Nő a sejtlebomlás, ödéma alakul ki, egyre több fehérvérsejt szivárogoz be.) Ezután kezdődik a szövetek regenerálódása, ami több hétig is eltarthat. (Mac Intyre, 1995). A sérülés súlyosságát plazmatikus jelzések megfigyelésével tudjuk megbecsülni. Ez arról szól, hogy meghatározzuk a vérsavó mennyiségét az enzimszinthez (pl: kreatinfoszfát) vagy az izomsejtközi anyagcseréhez képest. Jelenléte a vérben a membránok sérülésére utal. A sérülés lehet mechanikai vagy anyagcsereszintű. A mechanikai sérülést (az izomrostok elszakadása) legtöbbször a rostokra ható túl nagy húzóerő idézi elő (Noakes, 1987) Az újabb tanulmányok szerint a sérülésekért az izmokat megnyújtó túl nagy sebesség a felelős. (Lieber és Friden, 1993). A metabolikus sérüléseket a sejtek közötti kalcium felhalmozódása (Duncan, 1978) és a foszfolifáz A idézi elő. A metabolikus termékek biokémiai irritációja fájdalmat okoz, ám ennek még több pontját vizsgálni kell.

A általános fáradtság kezelésének a fő célja, a fájdalom csökkentése és a megfelelő teljesítményszint visszaállítása. Sok tanulmány született a megelőző és gyógyító technikák hatásainak vizsgálatáról. Ezek különböző hagyományos orvosi kezeléseket ajánlanak: kortikoidokat (Kilstrom, 1984), szteroidmentes gyulladáscsökkentőket (Kuipers, 1985; Hasson, 1993) aszpirint (Péres, 1989) Fizioterápiás kezeléseket is ajánlanak: krioterápia (hideggyógymód) (Meeusen és Lievens, 1986), ultrahangterápia (Hasson, 1990), bemelegítés, nyújtás és masszázs (Rodenburg, 1994; High és Howley, 1989).

Ami a masszázst illeti, használata a regenerálódás elősegítésére, az Ókorban nyúlik vissza (Harris, 1964) de e hosszú múlt ellenére, nagyon kevés tudományos munka bizonyítja a masszázs hatékonyságát. (Cafarelli, Flint, 1992). Sok technikát leírtak (Prentice, 1994), általánosan jellemző, hogy jótékony hatását a test fiziológiai válaszánaak ítélték, amit a mechanikai stimuláció vált ki. Mindennek ellenére kevés tanulmány próbálta meg bebizonyítani azt a feltevést, miszerint a masszázs csökkenti az általános fáradtságérzetet. (Goats, 1994; Stamford, 1985). Bár Smith bemutatja, hogy két órával az igénybevétel után alkalmazott masszázs csökkentette a fáradtságérzetet, a masszázs további hatásait nem kutatták. Néhány tanulmány ezzel ellentmondó eredményre jutott, volt aki semmilyen hatást nem mutatott ki (Lightfoot, 1997; LeBlanc és Hill, 1994; Servedio és Weber, 1991; Wesnos, 1990), míg másnál a fáradtságérzet csökkent. A különböző eredményeket kétféleképpen lehet megmagyarázni. Először is a technikák és használati módjuk különbözött, másodsor a kísérlet lefolyása és a vizsgált izom is más volt. A masszázst többnyire kézzel végzik, aminek a hatása nem reprodukálható, mindenkinél más és más.

Ennek a tanulmánynak az a célja, hogy számszerűen leírja az LPG masszázs technika hatásait, amit már vizsgáltak az izomfáradtság regenerálódására való hatása alapján (Portero, 1996), és a combizmok kifáradása során. (Az utóbbit a lejtőn való futás idézte elő.) Vizsgálták a

fájdalom kialakulását, és a masszázst hatását az izomerőre és a comb területének méretére. Ennek növekedését az ott lévő ödéma okozta.

Eszközök és módszer

Résztevők:

10 egészséges férfi. Adataik: életkor: 24+/-0,76 év, testsúly: 72,8+/-3,6 kg, magasság: 181+/-4,4 cm. Teljekörü tájékoztatás után mindegyikük írásos beleegyezését adta, hogy részt vesz a kísérletben. A kísérletet a versailles-i CCPPRB elismerte.

Eszközök:

- *masszázs gép:* Cellu M6 NG (LPG Systems, Franciaország). Ez a gép szívó technika segítségével formálja és megmozgatja a szöveteket.
- *futószalag:* 10%-os dőlésszögre állítva, reprezentálva a lejtőn való futást, vagyis az izmok excentrikus aktivitását.
- *izokinetikus erőmérő:* Cybex 330 az izmok mechanikai paramétereinek mérésére.
- *mérőszalag:* erőmérővel összekapcsolva, hogy a szalag feszülés állandó maradjon, így mérhető legyen a comb kerülete.
- *nyomás mérő:* a nyomás által kiváltott fájdalomküszöb meghatározására, ezt „puhasági” paraméternek is hívjuk.
- *vizuális mérőskála (EVA):* az izom-összehúzódás által kiváltott fájdalom mérésére. (Price, 1983). Ez a skála 10 cm hosszú és 0-10-ig van beosztva. A beosztást a kísérletben résztvevő alany nem látja, csak a vizsgálatot végző. A 0 a fájdalom teljes hiányának felel meg, míg a tízes a nagyon intenzív, már elviselhetetlen fájdalmat szimbolizálja.
- *spektrofotométer:* a vérminták analizálására (a vérben lévő CPK (kreatinfoszfát) mérése)

A kísérlet

Az alapkísérlet hat napig tartott.

Az első napon a nyugalmi paramétereket jegyezték fel (N0-előtti), majd a lejtőn való futás következett és ismét a mérés, mindjárt a futás után (N0-utáni). Az ezt követő öt nap alatt (N1-N5) megismételték a méréseket a napnak ugyan abban a szakában.

A lejtőn való futást már régebben is használták (Dick és Cavanagh, 1987) az izmok kifárasztására. Ezt itt egy 10%-os dőlésszögre állított futószalag segítségével valósították meg. A futás 10 km/h-s sebességgel 40 percig tartott. Ennek a gyakorlatnak az intenzitása –az előre meghatározott- maximális oxigénfogyasztás 44%-nak felel meg. A futás előtt és után az alanyokat EKG –val mérték, meghatározták az artériás vérnyomást, hogy ez alapján kiszűrjék azokat, akiknél a kísérlet keringési rendellenességet válthat ki.

A masszázst minden nap alkalmazták. (N0-N5-ig a tesztek után). A kifejlesztett masszázstechnikát a jobb comb elülső részén használták 10 percig. A masszázs karakterisztikáját a gyártó határozta meg.

A különböző paraméterek mérését mindkét combon elvégezték. A paraméterek tükrözték az ödéma jelenlétét az izomban, a kifáradás mértékét, az izomfunkciókat, és a károsodás súlyosságát.

- A comb kerülete: egy 15-20 cm-es szalag segítségével mérték a térdkalács fölött.
- A fájdalom: a izomfájdalmat egy vizuális mérőskála (EVA) segítségével becsülték meg. (Tiidus, Ianuzzo, 1983) *a nyomásból adódó fájdalom* (izom puhasága) becslése 5

különböző zóna meghatározásával a comb elülső részén (belső vaskosizom, külső vaskosizom közeli és távoli része, elülső rész.). A mérést az Edwards által (1984) leírt módszerrel végezték. A nyomás hatása a fájdalomra segítséget ad az izom puhaságának kvantitatív és topográfiai megközelítésére. *Az izom-összehúzódból adódó fájdalom* becslésekor a négyfejű combizom maximális izometrikus erejét határozták meg.

- Az izomerő kétoldalú becslését a Cybex 330-al végezték. A maximális erőt mérték a térd 60 fokos behajlításakor. Három próbát hajtottak végre 30 másodperces pihenőkkel, ezekből a legjobb eredmény számított.
- A CPK szintjét a vérben egy 5 ml-es minta alapján határozták meg. A vért a vénából vették, előkészítették, centrifugálták és a spektrofotométerbe helyezték.

Statisztikai elemzés

A matematikai leírás során a különböző paraméterek átlagát és szórását vették figyelembe. A megismételt mérések valószínűségét elemezték. A szignifikanciaszintet $P < 0,05$ -nél állapították meg.

Eredmények

Az eredmények a mért paraméterek időbeni változását mutatták, ezzel a masszázs hatásait számszerűsíteni lehetett (a masszírozott és nem masszírozott comb összehasonlításával): a comb kerülete, a fájdalom, az izomerő. Az eredményeket a hat ábra mutatja be. ***Az utolsó kettő hiányzik!***

CPK (ábra 1)

Az eredmények alapján jelentősen emelkedett, csúcspontja az első napon volt.

A comb kerülete (ábra 2)

A nulladik napon meghatározták a két comb alakjából adódó, eleve fennálló különbséget. Majd megfigyelték, hogy az értékek a kezdeti állapothoz képest hogyan változtak a napok során. A nem masszírozott comb kerülete jelentősen megnőtt a második napon (N2) a masszírozotéhoz képest, ami stabil értéket mutatott.

Fájdalom

Az funkcionális aktivitásból adódó fájdalom (ábra 3)

A fájdalom csúcspontja az első napra esett (N1) elég jelentős intenzitást mutatva (3-3,5). A fájdalom jelentősen kisebb volt a masszírozott oldalon az első és második nap. (N1, N2).

A nyomásból adódó fájdalom (ábra 4)

A fájdalom küszöbhez tartozó nyomás sokkal nagyobb volt a masszírozott oldalon, mint a nem masszírozottnál, a különbséget a 2. és 3. napon figyelhetjük meg.

Az izometrikus összehúzódból adódó fájdalom. (ábra 5)

A fájdalom maximális szintje az 1. és 2. napon figyelhető meg. A masszírozott oldalon jelentkező fájdalom jelentősen kisebb volt (2,5-4 szint)

Az izmok teljesítménye

Izometrikus erő (ábra 6)

A maximális izometrikus erő kb. 10%-ot esett a lejtőn való futás után. A 2. napra a masszírozott comb erejének 98,6%-át visszanyerte, míg a nem masszírozott oldal regenerálódása nulla volt. Ugyan ez volt tapasztalható a 3. napon is. A regenerálódás a 4. és 5. napra teljesen befejeződött.

A kísérlet eredményeinek megvitatása

Az izmok kifáradása a test általános válasza egy-egy megerőltető edzés után, melyek során az excentrikus mozgások dominálnak. Az nem teljes ismeretek erről a jelenségről megnehezítik a megfelelő gyógmód kiválasztását. Sok tanulmány foglalkozott e tünetek vizsgálatával (Voir Gulick, 1996). A masszázs is beletartozik e terápiák tárházába, bár az erről szóló tanulmányok eredményei eltérőek. Ez magyarázható a választott masszázstechnikával, annak alkalmazási módjával és gyakoriságával. De befolyásoló tényező még a fáradtság kiváltó oka, a vizsgált izomzat, és a vizsgálatban résztvevő alanyok.

Ez a tanulmány viszont megmutatta, hogy az LPG technológia – a mért paraméterek szerint-, csökkentette az edzés utáni általános fáradtságot. Ugyanazokat a méréseket végeztük el, mint az előző tanulmányokban más technikák vizsgálatakor, de az ottani eredmények ellentmondóak, és néhány esetben semmilyen hatást nem mutatnak ki. (Lightfoot, 1997; Gulick, 1996). Egyetlen tanulmány mutatott ki pozitív hatást (Tiidus és Shoemaker, 1995), ahol a fájdalomérzet csökkenését észlelték a 2. napon, és Smith (1994), aki a kifáradás csökkenését mutatta be az igénybevétel 2 órával követő masszázs során. Egy másik tanulmány szerint Millar (1996) nem tudta reprodukálni Smith eredményét, annak ellenére, hogy a kísérlet menete megegyező volt, bár a masszázstechnikát nem pontosította. A gyúrás technikájával a legtöbb tanulmány foglalkozott, de egyik sem mutatott ki semmilyen hatást. Úgy tűnik tehát, hogy a kifáradás által kiváltott gyulladást és az izmokon belüli ödémát figyelembe véve, a simításon alapuló technikák alkalmasak az ödéma elvezetésére, míg a gyúrás súlyosbíthatja az izmok károsodását. (Lightfoot, 1997)

A megfelelő masszázstechnika kedvez az igénybevétel után kialakult ödéma elvezetésének. Ezt számszerűsíthetjük a vérben lévő CPK szintjével, minek értékei megfelelnek az irodalomban leírtaknak (Schwane, 1983). A masszírozott combnak a kerülete nem nőtt, a nem masszírozotttal szemben. Ez a hatás valószínűleg kapcsolatban van az izmokon belüli nyomás csökkenésével, ami befolyásolja a fájdalmat is.

Az EVA segítségével meghatározott fájdalomszint megfelel az irodalomban leírt értékeknek, akár a kísérlet menete is (Schwane, 1983). A masszázs hatása a fájdalomra valószínűleg annak köszönhető, hogy az elvezeti a szövetközi folyadékot. Az izmok regenerálódását a fájdalom csökkenése alapján határozták meg. Ezt három szinten vizsgálták:

- a funkcionális aktivitás során, amikor a fájdalom az 1. és 2. napon elérte csúcspontját,
- a nyomás során, amikor a fájdalomkűszöb egy kisebb nyomáshoz tartozott a nem masszírozott oldalon, ez a 2. naptól volt jelentős,
- és az izometrikus összehúzódás során, amikor a fájdalom csúcspontja az 1. és 2. napon jelent meg, és a masszírozott oldal kevésbé fájt, mint a másik.

Tehát a négyfejű combizmon végzett mérések által számszerűsített izomteljesítményt nagymértékben befolyásolja a masszázs. Az erő csökkenése számottevő (kb. 10% az 1. és 2. napon). Ezt a csökkenés gyorsan és szinte teljes mértékben helyre állt a masszírozott oldalon a 2. napra, míg a másik oldalon ez a csökkenés a 3. napig is kitartott. Az izomfunkciók regenerálódása egy igen fontos szempont, mivel azt a periódust követi, amely alatt a fájdalom a legmagasabb volt, ez pedig egy lehetséges kapcsolatot feltételez a fájdalom és a maximális teljesítmény között. Tehát valószínű, hogy más tényezőket is befolyásol ez a masszázstechnika, különösen azokat, amik az izmokban lévő idegeket ellenőrzik.

Összefoglalva: e tanulmánynak az eredményei, bebizonyították az LPG által kifejlesztett masszázstechnika alkalmazásának hatékonyságát, mint gyógyító eszköz a test kifáradására. Ezt a hatást bizonyította a különböző paraméterek becslése, különösen a 2. napon:

- az ödéma csökkenése,
- a fájdalom csökkenése mindhárom esetben (funkcionális aktivitás, nyomás, összehúzódás),
- a maximális erő visszanyerése.

Az e tanulmány által kapott eredmények különböznek azoktól, amelyeket a kézi masszázs során tapasztaltak. Erre a magyarázat magában a technikában keresendő, ami sokkal hatásosabban mozgatja meg a szöveteket, mint a kézi masszázs.

Ennek ellenére még sok tanulmány fog majd foglalkozni a különböző masszázstechnikák hatásainak leírásával és összehasonlításával, hogy pontosan meghatározhassák az alkalmazásmódokat, és még jobban megismerjék azokat a mechanizmusokat, amelyek felelősek a masszázs leírt vagy feltételezett hatásaiért.

Az LPG technika hatása a teljesítmény egyes paramétereire a profi futball játékosoknál

J.-M. Ferret (1), T. Cotte (1), J.-M. Vernet (2), P. Portero(3)

Bevezetés

A modern futball megterheli a sportolót, a test számára kihívást jelent a sok edzés és verseny. Az izomfunkciók regenerálódását optimalizálni kell, különösen az izmok erejét és kapacitását azért, hogy a sportolónak kirobbanó ereje legyen, ami fontosabb a teljesítménynél. (Tumilty, 1993; Bangsbo, 1994). Az izmok kifáradása (Bosco, 1986; Komi, 1992) és a végtagok fájdalma (Kyröläinen, 1998; Horita, 1999), amit az intenzív gyakorlat idéz elő, fontos tényezői a mozgásszervi hatások romlásának, és különösen a kirobbanó teljesítmény csökkenésének. Ez az általános fáradtságérzés okozhatja az izmokban lévő idegek nem megfelelő működését is. (Saxton, 1995). Másfelől a túl hosszú ideig tartó fizikai gyakorlat miatt kialakulhat izomfáradtság.

A teljesítmény optimalizálása többnyire túlmutat azon, hogy növeljük az edzés erősségét, javítani kell az edzéssel szembeni toleranciát is, ami a sportsikerek kulcsa lehet. A futball sem különbözik e feltételektől.

Az orvostudomány különösen nagy szerepet tölt be a regenerálódás megkönnyítésében a meccsek és az edzések között. A terápiák eszköztárában, a fizioterápiás technikákat széles körben használják anélkül, hogy hatásuk igazolt lenne. (Caffarelli és Flint, 1992; Rodenburg, 1994; Weber, 1994; Tiidus és Shoemaker, 1995; Gullick 1996; Tiidus 1997). A legutóbbi kutatások szerint (Portero 1996, 1999) pozitív eredményeket az intenzív fizikai gyakorlatok által kiváltott sérülések és fáradtság terén csak egy új technológia (LPG Systems) ért el, ami megmozgatja a kötő és hámszöveteket.

Ezt a technikát alkalmazták egy paramedikális program részeként egy csapat profi jelölt futballistán. A tanulmány célja az LPG technológia kutatása volt, néhány egyszerű

funkcionális teszt segítségével. Vizsgálni kívánták az LPG hatását az izomerőre és teljesítményre, a kirobbanó erőre és a fáradtságra.

Eszközök és módszer

Résztvevők

Két csoport 12 főből álló profi jelölt focista vett részt önként a tanulmányban.

Véletlenszerűen választották ki, hogy ki melyik csoportba kerül. A tanulmányaik éppen befejező résztvevők célja az volt, hogy javítsanak teljesítményükön és igazolhassanak a profi csapathoz. A résztvevők adatait az 1. táblázat tartalmazza.

A referencia csoportot a megszokott módon kezelték (mozgásterápia, nyújtás, stb.). A másik csoport LPG-vel kezelték hétfőn, kedden, szerdán, és csütörtökön. Nem volt kezelés pénteken, szombaton és a meccsek előtt.

A tanulmány ideje alatt a két csoport edzésideje heti 12-15 óra volt. Meccs egyszer volt egy héten.

Eszközök

- Izokinetikus erőmérő: Cybex Norm. Ez a rendszer méri az izmok által kifejtett erőt, Nm-ben kifejezve
- Bosco féle szőnyeg (Power-timer): ez egy olyan rendszer, ami segítségével ki lehet számolni az ugrás mechanikai paramétereit és annak magasságát.
- A kezelés során alkalmazott gép: LPG Systems S6-os modell. A gép nyomást gyakorol a szövetekre, amik a görgök segítségével átmozgathatók.

A tanulmány menete

A tanulmány 3 hétig tartott. A méréseket e három hét előtt és után végezték el. Az LPG-t négy napon alkalmazták egy héten.

- Kezelés LPG-vel: Egy előzőleg kiképzett mozgásterapeuta végezte. A kezelés 20 percig tartott a végtagokon.

A tervnek megfelelően a kezelést az edzések előtt végezték, a következő napokon: hétfő, kedd, szerda és csütörtök. A játékosokat a meccset megelőző napon nem kezelték.

A gép folyamatos módba, 4-es szívóerősségre volt beállítva.

- A mért paraméterek: a tanulmány időrendje szerint: 10 perc az izomzat bemelegítésére, izokinetikus teszt, 10 perc pihenés, ugróteszt a Bosco féle szőnyegen.

A mért paraméterek a következők voltak:

- a négyfejű combizom maximális ereje (3 hajlítás-nyújtás 60 fokos szögsebességgel), a négyfejű combizom maximális teljesítménye (5 hajlítás-nyújtás 180 fokos szögsebességgel). A sebességet az alapján választották, hogy azoknak milyen funkcionális hatásuk van. A lassú (pl: 60 fokos), és a gyors (pl: 180 fokos) szögsebességgel végzett mozgás tükrözi az izomerőt és a teljesítményt. A dinamometrikus tesztek során a legjobb eredményt vették figyelembe.
- Az izmok kifáradását egy izometrikus teszt segítségével becsülték meg, 180 fokos szögsebességgel végrehajtott 25 hajlítás-nyújtás alapján. A teszt alapján mért értékekből

kiszámolták a fáradtság mutatót. Ez a kezdeti érték százalékában fejezi ki, hogy mennyire fáradt ki az izom.

- Vertikális elmozdulás: két teszt alapján vizsgálták, az egyik tartalmazott ellentétes mozgásokat, a másik nem. A méréseket a Bosco szőnyeg segítségével végezték, a Bosco és Komi által leírtak (1978) szerint. Az alanyok mindkét tesztet háromszor hajtották végre, ezekből a legjobb eredmény számított.

A tanulmány során a tesztsorozatot egy minimum 5 perces pihenő választotta el egymástól, és minimum 10 perc az izokinetikus fáradtságtesztől.

- Statisztikai eredmények: A csoportokon belüli és a 2 csoport közötti eredményeket Student teszttel hasonlították össze. A szignifikancia szint: $p < 0.05$

Eredmények

Az eredmények a csoportok átlagait prezentálják

- Izomerő és teljesítmény: az erőpárokat Nm-ben fejezték ki, a 60 fokos erőmérésnél, és a 180 fokos teljesítménymérésnél is.

A maximális eredmények a 60 fokos mozgás során Nm-ben (2. Ábra): az LPG-vel kezelt csoport értékei 159.1 +/- 17.9-től 167.7 +/- 20.1-ig terjedtek, az erő jelentősen 5.44%-kal nőtt. ($p=0.03$)

A referencia csoport értékei 159,8 +/- 31,3 és 164,9 +/- 28 közé estek. Az erő növekedése nem volt jelentős: 3,16 %.

A maximális eredmények a 180 fokos mozgás során Nm-ben (3. Ábra): az LPG-vel kezelt csoport értékei 123,2 +/- 15,1-től 132,8 +/- 16,4-ig terjedtek, az teljesítmény jelentősen 7.76%-kal nőtt. ($p=0.001$)

A referencia csoport értékei 119,8 +/- 24,1 és 126,9 +/- 12,6 közé estek. Az teljesítmény növekedése nem volt jelentős: 5,96 %.

- A fáradtság: a két csoport kiszámolt fáradtság mutatói között nem volt jelentős különbség LPG-vel kezelt csoport értékei (előtt és után): 68,4 +/- 10,8; 63,2 +/- 7,5.

A referencia csoport értékei (előtt és után): 63,8 +/- 5,4; 65,9 +/- 5,3

- Vertikális elmozdulás (cm-ben kifejezve, a Bosco szőnyeggel mérve):

Ellentétes mozgás nélkül - Squat Jump: mindkét esetben a teljesítmény jelentősen javult, de az LPG-vel kezelt csoportnál ez jobban kimutatható (előtte: 40,9 +/- 5,1; utána: 43,0 +/- 3,2, $p=0,008$), mint a referenciacsoportnál (előtte: 40,5 +/- 4,9 ; utána: 41,5 +/- 4,5, $p=0,05$).

Ugrás ellentétes mozgással: (4. Ábra): az LPG-vel kezelt csoportnál jelentős javulást figyelhettük meg ($p=0.09$) a teljesítményben (előtte: 43,8 +/- 5,7; utána: 45,5 +/- 3,7), a referencia csoportnál nem volt jelentős változás (előtte: 43,9 +/- 5,5; utána: 43,7 +/- 5,3)

A két féle vertikális elmozdulás közötti különbség:

- Az LPG-vel kezelt csoportnál: előtte: 2,9 cm, utána: 2,5 cm
- A referencia csoportnál: előtte: 3,4 cm, utána: 2,2 cm

Mindkét esetben megfigyelhetjük, hogy a különbségek csökkentek. Bár ez az LPG-vel kezelt csoportnál nem jelentős, míg a referencia csoportnál igen.

Az eredmények megvitatása

Egy olyan verseny sport üzése mint amilyen a futball, jelentős terhet ró az emberi szervezetre. A sok edzés és a versenyeken való részvétel megnehezíti a regenerálódást az edzések között, az edzések és a meccsek között és a meccsek után. A regenerálódás fontos, az edzésekkel szembeni tolerancia növekedés szempontjából, de meghatározza a sportoló ügyességét is. Mindemiatt az orvostudomány továbbfejlesztette a sportolókkal foglalkozó rendszereket. A terápiás eszközöket előnyben részesítik és használják –különösen a fizioterápia és rehabilitáció terén- a kifáradás korlátozására és ezáltal a sérülések elkerülésére. Sok ilyen eszközt használnak anélkül, hogy igazi hatásuk bizonyított lenne. Számos tanulmány foglalkozik azoknak a módszereknek a vizsgálatával, amelyek hatással vannak a regeneráció megkönnyítésére és a kifáradás enyhítésére, mivel ez az a két tényező, ami csökkenti a mozgásszervek hatékonyságát. E tanulmányok különösen a gépi és kézi masszázsról többnyire hiányosak és ellentmondóak. (Lightfoot, 1997; Gulick, 1996)

A túlterheltség a profi futballistáknál, úgy mint más sportolóknál, kifárasztja az izmokat és sérülést idézhet elő, amik csökkentik a kirobbanó teljesítményre való képességet. (Bosco, 1986; Komi, 1992; Kyröläinen, 1998; Horita, 1999) Ez a képesség a futballistáknál különösen fontos (Tumilty, 1993)

A vizsgálat eredményei tehát bebizonyították, hogy a mozgásszervek funkciói javultak az LPG-vel kezelt csoport tagjainál.

A mozgásszervi funkciókat az izokinetikus tesztek (izomerő és teljesítmény) és a vertikális elmozdulás alapján tanulmányozták. Ezáltal megbecsülhetővé vált egy mozdulat során fellépő izomteljesítmény, és a képesség az energia felszabadítására.

Az izokinetikus teszt eredményei megfelelnek más tanulmányok eredményeinek (Rochcongar, 1988) Az ő mérései: 180 fokos szögsebességnél 124 Nm (17 éves futballistáknál), 146 Nm (24 éves futballistáknál), a mostani eredmények pedig 119,8-132,8 Nm. A vertikális elmozdulást illetően (squat jump) a most mért eredmények alacsonyabbak (40,9-43 cm), mint az irodalomban leírtak (általában több, mint 55cm) (lásd: Tumilty, 1993; Wisloff, 1998). A különbség oka lehet a vizsgált alanyok életkora, és a kísérlet menete, a használt berendezések, mivel ezek közül korábban egyiket sem pontosították. Ha az ellentétes mozgást tartalmazó ugrás eredményeit vesszük ezek is alacsonyabbak, mint a már meghatározott értékek. Ebből az következik, hogy az ebben a tanulmányban résztvevő alanyok teljesítménye alacsonyabb. Ez a kétféle ugrás különbségének vizsgálatával is igazolható. Ebben a tanulmányban az értékek a Bosco teszt alapján: 2,2-3,4 cm, míg az olasz válogatottnál: 6 cm. A különbségek tehát az alanyok belső tulajdonságaiból adódnak.

Ami, az LPG kezelés hatásait illeti e paraméterekre, megállapítható, hogy az LPG-vel kezelt alanyok izokinetikus teljesítménye jelentősen javult, a referencia csoporthoz képest. Az erő 5,44%-kal a teljesítmény 7,76%-kal. Kétségtelen, hogy az erő és teljesítmény javulásának oka nem abban keresendő, hogy az alanyok képzetesebbek lettek, hanem abban, hogy LPG-vel kezelték őket. A vertikális elmozdulásnál is a vizsgálatok azt mutatták ki, hogy a kezelt csoport teljesítménye jelentősen javult. Összefoglalva tehát a mozgásszervek teljesítményének javulása nagyon fontos változás ezeknél a futballistáknál, mivel az évnek abban a szakaszában vizsgálták őket amikor különösen meg vannak terhelve. Kyröläinen (1998) és Komi (1992) munkáinak fényében, megállapíthatjuk, hogy az LPG technológia pozitív hatással van a fáradtságot és sérüléseket kiváltó tényezőkre. Ez egyrészt megmagyarázza az elért eredményeket, másrészt pedig összhangban van azokkal a korábbi tanulmányokkal (Portero, 1996, 1999), amik már bebizonyították az LPG technológia hatását a mozgásszervi

teljesítmény javulására, mind a fáradtság, mind a sérülések kiküszöbölése terén. Azokban a mérésekben, ahol a fáradtság és a sérülések együtt játszanak szerepet megzavarva a mozgásszervek teljesítményét, hogy azok képesek legyenek energiát felszabadítani, feltételezhetjük, hogy az LPG technológia hatása megkönnyíti a regenerálódást, és korlátozza a sérülések kialakulásának lehetőségeit. Ezt a dupla hatást a futballistáknál is megfigyelhettük, hiszen a meccsek során a mozdulataik könnyedebbé váltak, és elmondták, hogy a kezelés után a feszültség az izmaikban jelentősen csökkent.

Az izomfáradtságot mérő tesztek nem mutattak jelentős különbséget sem a csoportokon belül sem a két csoport között. Ez azzal magyarázható, hogy ha figyelembe vesszük az elsavasodásból adódó metabolikus kifáradást, a masszázsnak csak közvetlenül az igénybevétel után van hatása. (Portero, 1996), sőt, kezelés nélkül is az anyagcsere és a pH 10-15 perc alatt helyre áll. (Allsop, 1990) Tehát az izmok kifáradásának összetettségét figyelembe véve (Enoka és Stuart, 1992) valószínűsíthető, hogy az LPG technológia használatának jobb hatása van, mint a többi technikának.

Az LPG technológia használata a többi hagyományos kezelés mellett, javította a profijelölt futballisták mozgásszervi funkcióit, annak ellenére, hogy a tanulmányt abban a szezonban végezték, amikor a sportolók a maximumot kellett kihozták magukból. De az edzésekkel szembeni ellenálló képesség javulása döntő szerepet játszott.

Összefoglalás

Ez a tanulmány bebizonyította az LPG technológia hatékonyságát, a profi futballistáknál. A kirobbanó erőre való képesség és a teljesítmény – ami két igen fontos meghatározója a sportsikereknek- javult a fizikai túlterheltség mellett, és annak ellenére, hogy a vizsgálatot az évnek abban a szakaszában végezték, ami nem kedvez a regenerálódásnak.

A tanulmányt korlátozta egyrészt az életmód, amit a profi sport megkövetel (a sportolók nagyon elfoglaltak), emiatt túl sok tesztet és kezelésmódot nem tudtak elvégezni rajtuk, másrészt a kísérletet nem laboratóriumban végezték. Hiszen a pályán egészen más körülmények vannak, amik előidézhetik a sérüléseket, a kifáradást. E tényezők meghatározása sokkal nehezebb, mint a laborban. De a tesztek e körülmények ellenére is kielégítőek voltak. A terápiás kezeléseket még tovább lehetne finomítani, azzal hogy az edzésekhez igazodva még megfelelőbb technikákat alkalmaznak. E tanulmány segítségével bebizonyítottá vált, hogy az LPG technológia közvetlen hatással volt a futballisták regenerálódására, e körülmények ellenére is.