

Törzs stabilizáló tréning hatékonyságának vizsgálata EMG-vel utánpótlás kajak-kenu sportolók körében

2022.09.30.

1 Bevezetés

Magyarországon a kajak-kenu sikersportágak közé sorolható, világversenyeken kiemelkedő teljesítményt nyújt a válogatott. Ezt a teljesítményt az utánpótlás korosztálytól is elvárja a szakvezetés. Az élsportolók folyamatosan feszegetik saját határaikat a siker érdekében. Negatívumként elmondható, hogy az élsportolók körében elkerülhetetlenek a sérülések. Már hazánkban is egyre jobban előtérbe kerül a prevenció a különböző sport kluboknál. A kajak-kenus mozgás kivitelezése hosszú távon sérüléseket, diszfunkciókat eredményez. A kajakos mozgás végzésekor a folyamatos ülés miatt a csípő ízület érintetté válik, a csípőhajlító izmok megrövidülnek míg a farizmok megnyúltak lesznek. Ha hosszú távon ez a testhelyzet fennmarad akkor testtartásbeli problémákhoz vezethet, melyeket korrigálni kell. Ilyen testtartásbeli probléma például a fokozódó lumbális lordosis, ami nagy terhet ró a deréktáji szakaszra. Tartós ülés hatására a farizom nyújtott állapotba kerül, ezáltal elgyengül, nehezen aktiválódik erősítés hatására is. A megnyúlt farizom feladatát nem tudja megfelelően elvégezni, teljes felegyenesedés a lumbális szakasz túlnyúlásához vezet, ami a csigolyák hiperextenzióját eredményezi. Ennek következménye szintén deréktáji panaszok formájában nyilvánul meg. Ezt a problémát úgy tudjuk elkerülni, hogy a lumbális szakaszt a lehető legjobban tehermentesítjük, hogy a leoptimálisabb testtartást elérjük a mozgás során. Ezt úgy tudjuk végrehajtani, hogy a csípőkörüli izomdiszbalanszt korrigáljuk. A rövidült izmokat nyújtjuk és erősítjük, a túlnyúlt izmokat erősítjük. A problémák javítása érdekében alkalmazhatunk különböző módszereket, mint például a trigger pont terápia és az SMR henger használata. Ezek a módszerek segítenek, hogy az izmok visszanyerjék a rugalmasságukat ezáltal elősegítik az optimális működést. Továbbá a hosszú távú ülés következménye lehet az Iliotibialis szalag (IT band) rövidülése is. Ezt akár guggolás közben is tudjuk vizsgálni, ha a probléma fennáll akkor a sportoló térdje befelé dőlnek. Ezáltal a térdízület nem megfelelő terhelést kap, ami térdfájdalmat eredményez és teljesítmény csökkenéshez vezet. A csökkent csípőízületi mozgástartomány miatt szervezetünk a térdízületnél kompenzál. IT band lazítására szintén alkalmas az SMR henger. A kajakos mozgásban elengedhetetlen a lábmunka szerepe, ha az nem megfelelő, akkor a törzsét nem tudja megfelelően mozgatni a sportoló, ezáltal kisebb erőt tud kifejteni. Ezért nagyon fontos, hogy a sportoló megfelelő csípő ízületi mobilitással és izombalanszal rendelkezzen.

Amennyiben nincs meg a megfelelő csípő ízületi mozgástartomány a kompenzáció azokban az ízületekben jelenik meg amelyek stabilitásért lennének felelősek. (MKKSZ, 2016)

A BTS FREEEMG egy 4G technológiás eszköz felületi elektromiográfiás (sEMG) elemzéshez. A jel pontossága, a vezetékek hiánya, a szondák könnyűsége és csökkentett mérete olyan jellemzők, amelyek lehetővé teszik a felhasználók számára, hogy bármilyen típusú mozgást elemezzenek minden testrészre vonatkozóan anélkül, hogy megváltoztatnák az vizsgált személy természetes mozgását. Vezeték nélküli miniatűr szondáknak köszönhetően a leggyengébb jeleket is észleli és pontosan rögzíti. A rendszer a mellékelt USB-vevőegységeken keresztül kommunikál a számítógéppel, és akár 20 szondát is képes kezelni egyidejűleg. Minden szonda belső memóriával van ellátva, amely biztosítja a megszakítás nélküli rögzítést átmeneti kapcsolatkimaradás esetén, és lehetővé teszi a felvételeket széles helyeken és nyílt területeken is. Méreteit tekintve 6 órás üzemidő folyamatos használat mellett, továbbá 13 gramm súllyal bír. A jelfelvételhez a szondák közvetlenül az előgésített elektródákhoz vannak rögzítve, nincs szükség további rögzítésre. A szoftver elemzi az összegyűjtött információkat és grafikus eredményeket generál, amelyek lehetővé teszik az azonnali összehasonlítást. Az előre definiált elemzési protokollok nagy választéka lehetővé teszi az izomaktivitás értékelését a meghatározott gyakorlatok során. Különböző területeken alkalmazható az eszköz melyek a következők: ortopédiai és neurológiai rendellenességek, motoros hiányosságok kialakulása, rehabilitációs nyomon követés és sportteljesítmény optimalizálása. Sport és kutatási értékelések, területek: ugrás, plyometria, járás, fáradtságelemzés, izokinetika mérésére alkalmas. Amihez grafikát is integrál elemzési protokoll sablonok készítéséhez és személyre szabott értékelést készít. (Bioengineering, 2019)

1.1. Célkitűzés

Kutatásunk célja volt, hogy 15 hetes edzésprogram alatt felmérjük a felmérésbe bevont kajak-kenu sportolók törzs izomzatának erő-állóképességi állapotát. Illetve különböző felszíneken vizsgáljuk a törzsizom aktivitást, melyet felületi EMG-vel kívántunk vizsgálni. Továbbá vizsgáltuk az alsó végtag dinamikus egyensúlyozó képességét. Az edzésprogramtól a törzsstabilitás fejlődését vártuk, valamint az alsó végtag dinamikus

stabilitásának javulását. További célunk volt az izomasszimmetriák és izomerő különbségek feltárása a mérések során.

2 Hipotézisek

- I.** Feltételezzük, hogy a mozgásprogram hatására a sportolók törzsizom ereje javul.
- II.** Feltételezzük, hogy az általunk kialakított mozgásprogram hatására javul a sportolók Csillag teszten mutatott eredménye.
- III.** Feltételezzük, hogy a tréning program hatására a sportolók Gólya teszten elért eredménye javulást mutat.
- IV.** Feltételezzük, hogy az általunk vizsgált sportolók EMG-n mért izomaktivitása stabil felületen kisebb aktivitást mutat a második mérés során.
- V.** Feltételezzük, hogy az általunk vizsgált sportolók EMG-n mért izomaktivitása instabil felületen csökkenő aktivitást mutat.

3 Kutatás, vizsgálati anyag és módszer

3.1. Kutatás típusa

A kutatás kvantitatív, longitudinális prospektív vizsgálat volt.

3.2. Kutatás helye

A kutatásunk helyszíne Baranya megye Pécs, Pécsi Kajak-Kenu Club tornaterme volt.

3.3. Kutatás időpontja

A kutatásunk 2021. január – 2021. áprilisa között zajlott.

3.4. Célcsoport meghatározása

Kutatásunkban azok a 14-18 év közötti kajak-kenu sportolók vehettek részt, akik legalább 1,5 éve versenyeznek, minimum heti 3 alkalommal vesznek részt edzésen.

3.5. Mintavételi eljárás

A kutatásunk nem véletlenszerű, eseti kényelmi mintavétel alapján készült.

3.5.1. Beválasztási kritériumok ismertetése

Beválasztási kritériumként a következőket határoztuk meg, hogy a mintát alkotó sportolók minimum heti 3 alkalommal vesznek részt edzésen. Nem részesülnek konzervatív kezelésben. Életkorukat tekintve 14-18 év között határoztuk meg.

3.5.2. Kizárási kritériumok ismertetése

Nem kerülhettek be a mintánkba azok a sportolók, akik 14 évnél fiatalabbak. illetve 18 évnél idősebbek. Továbbá, akik folyamatos gyógytorna kezelésen vesznek részt, valamint akik kevesebb mint heti 3 alkalommal jelennek meg edzésen.

3.5.3. Minta nagysága, elemszáma

A minta elemszáma 20 fő volt a tréning program elején, akik a beválasztási kritériumoknak megfeleltek. A mozgásprogramot 12 fő teljesítette mivel a többi résztvevő rendszeresen nem jelent meg, kizártuk azokat a sportolókat, akik sérülést szenvedtek el a vizsgálat időtartama alatt.

3.6. Alkalmazott módszerek, eljárás részletei

A résztvevő sportolók felmérésére függő és független változókat határoztunk meg. Független változókat a következőként határoztuk meg: kajak-kenu, nem, életkor. A függő változókat a következőként határoztuk meg: statikus törzsizom erő és alsó végtag dinamikus egyensúlyozó képessége volt, izomaktivitás.

I.számú táblázat
Függő változók és módszerek ismertetése (saját szerkesztés)

Függő változó:	Alkalmazott vizsgálati módszer:
törzsizom erő	Plank test
alsó végtag dinamikus egyensúly	Gólya teszt, Csillag teszt
izomaktivitás	BTS EMG

Plank teszt vagy Core test a törzsizmok teljesítőkéességét vizsgálja sportolók körében. A sportolónak annyi ideig kell tartania az alkartámasz pozíciót ameddig helyesen tudja kivitelezni. Kiinduló helyzet alkartámaszban tenyerek lefelé tekintenek alkarok párhuzamosan helyezkednek el a talajon. Könyök a váll vonala alatt helyezkedik el, gerinc neutrális helyzetben továbbá has és farizom feszítés. Lábak nyújtva kis terpeszben, lábujjhegy támaszban. Amennyiben szükséges korrigálni a kezelő felszólítással korrigál. A helyes pozíció felvételévelkor elindítjuk a stoppert az idő mérésére. Amennyiben a sportoló az első felszólítás után nem tudja korrigálni a helyzetét, kompenzálni próbál esetleg kimozdul a testhelyzetből a kezelő az időmérést félbeszakítja. A kapott eredményeket percben rögzítem. (Tong T., 2014)

Star Excursion Balance Test (SEBT) vagy Csillag teszt alkalmazásakor ragasztószalag használatával egymással 45°-os szöget bezáró egyeneseket ragasztunk a talajra úgy, hogy azok pontosan metsszék egymást. A sportolók egyik lábukkal a csillag közepére állnak cipő nélkül, kezük csípőn helyezkedik el. A támaszkodó lábnak a talajon kell marania ebből a kiinduló helyzetből kell a másik lábbal a lehető legmesszebb elérni minden irányba. Anterior (A), anterolateral (AL), lateral (L), posterolateral (PL), posterior (P), posteromedial (PM), medial (M), anteromedial (AM) a rögzített vonalak mentén. Minden irányba háromszor kell talajt érinteni majd a legnagyobb távolság rögzítésre kerül centiméter szalag segítségével. (Szmodics V. B. M., 2018)

Standing Stork Test, vagy **Gólya teszt** az alsó végtag dinamikus egyensúlyozó képességét vizsgálja. Melynek során a vizsgálandó személy mezítláb áll a talajon kezei a csípőn helyezkednek el, egyik lábát elemeli a talajról és a talpát az ellentétes oldali lábának térdéhez teszi. Ezután megkérjük a résztvevőt, hogy emelkedjen el a talajtól és álljon lábujjhegyre majd tartsa meg a pozíciót. Amikor lábujjhegyre emelkedett a vizsgálandó személy akkor elindítjuk a stopperórát és figyeljük meddig tudja tartani a helyes pozíciót. Amint a résztvevő akár a kezét elemeli a csípőjéről vagy nem tudja megtartani a pozíciót akkor megállítjuk az órát. A tesztet három alkalommal ismételjük oldalanként. (Panta K., 2015)

BTS FREEEMG system egy vezeték nélküli felületi electromyograph (EMG), melynek segítségével meghatározható az izomaktivitás. A korszerű technikának köszönhetően a leggyengébb jeleket is detektálja, pontosan rögzíti. A rendszer egy USB vevőegységen keresztül kapcsolatot létesít a számítógéppel, melynek során egyszerre több felületi elektróda is alkalmazható. Vizsgálatunk során 8 felületi EMG állt rendelkezésünkre melyekkel alkalmaztuk a külön kialakított protokollt a szakirodalmak alapján és izompreferencia alapján. (Bioengineering, 2019)

Alkalmazott mozgásprogram

Az edzések alatt nagy hangsúlyt fektettünk a törzsizom erő-, erő-állóképesség fejlesztésére, alsó végtag dinamikus egyensúly fejlesztésére és a kajak-kenu mozgás dinamikájának növelésére.

A mozgásprogram kezdetekor felvettük a kapcsolatot a sportolókkal, akik a kutatásban részt kívántak venni majd aláírtuk velük a beleegyező nyilatkozatot. Aki betöltötte a 18. életévét tőlük aláírva visszakaptuk a nyilatkozatot, azonban kiskorúak esetében szülő aláírása és beleegyezése volt szükséges, akik nyilatkoztak arról, hogy gyermekük részt vehet a kutatásban. A résztvevő sportolókkal ismertettük a mozgásprogram menetét, részleteit, hogy mi fog történni az elkövetkező időszakban, milyen szerepük lesz a tréning programban. Az általunk kialakított core tréning program előtt és után

személyenként elvégeztük a fent leírt méréseket, teszteket és a kapott eredményeket rögzítettük. A mozgásprogram gyakoriságát, időtartamát, intenzitását, a *II. számú táblázat szemlélteti*. Minden edzést bemelegítéssel kezdtünk, ami 8 percet vett igénybe. Felépítése minden alkalommal ugyanolyan volt. Nyújtó keringésfokozó és erősítő hatású gyakorlatokból állt. Bemelegítésnél törekedtünk arra, hogy a szervezetet, nagyobb ízületeket és izomcsoportokat átmozgassuk, felkészítve őket a nagyobb terhelésre, izommunkára. Továbbá célunk volt, hogy edzés közben fennálló izomhúzódásokat, esetleges izomsérüléseket és húzódásokat megelőzzük. Ezt követően a főrész a core training következett, mely 30 percig tartott. Minden gyakorlat előtt helyes testtartás beállítást végeztünk. Minden gyakorlatot bemutattunk, felhívtuk a figyelmet a helyes kivitelezésre. A mozgásprogram 15 héten keresztül zajlott 2021 január és áprilisa között. Az edzések alkalmával többféle eszközt is használtuk, így fizioballt, gumiszalagot, kézisúlyzót, dynairt és bosut. Minden alkalommal erősítettük a core izmokat is és proprioceptív gyakorlatokat is alkalmaztunk.

II.számú táblázat
Edzésterv ismertetése (saját forrás)

Hét	Mozgásanyag	Gyakoriság	Intenzitás	Időtartam (min)
1-3	1. core szint	heti 2x	10x1-3 sec (5 sec)	45
4-6	2. core szint	heti 2x	12x3-10 sec (5 sec)	45
7-9	3. core szint	heti 2x	statikus: 2x10 (10 sec pihenő) dinamikus: 2x12 (10 sec pihenő)	45
10-12	4. core szint	heti 2x	4x15 (5sec pihenő)	45
13-15	5. core szint	heti 2x	4x15 (5 sec pihenő)	45

Az alábbi izmok sorolhatók a core izmok közé: m. multifidus, m. transversus abdominis, diaphragma, medencefenék izmai, m. obliquus externus

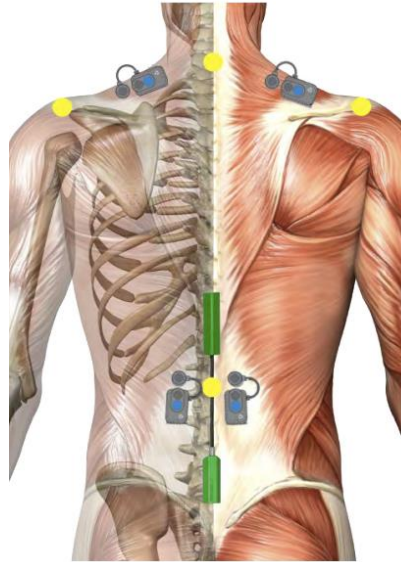
abdominis, m. obliquus internus abdominis, m. rectus abdominis, m. erector spinae longissimus. A core tréning szintjei az alábbiak szerint alakul:

1. szint a core izmok kontrakció megéreztetése.
2. szint statikus megtartás majd lassú mozdulatok végzése stabil felületen.
3. szint statikus gyakorlatok végzése instabil felületen majd dinamikus gyakorlatok stabil felszínen.
4. szint dinamikus mozgás instabil felületen.
5. szint rezisztencia gyakorlatok dinamikus mozgással instabil felületen (sportágspecifikus gyakorlatok).

Végezetül levezetéssel zártuk az edzést, amely 7 percet vett igénybe. Levezetésként izomnyújtást és légzőgyakorlatokat alkalmaztunk. Core izomzat nyújtása, medencefenék izmai (pelvis diaphragma), m. rectus abdominis, m. obliquus externus és internus, m. erector spinae, quadratus lumborum, m. multifidus, m. rotatores, m. longissimus, thoracic diaphragma. Másodlagos izmok a gluteus maximus, medius, m. trapesius, m. latissimus dorsi. Nyújtottuk még a m. quadriceps, hamstring izomcsoportot és a vádlit is. Az izomaktivitás mérése stabil és instabil felületen egyaránt BTS FREEEMG rendszer segítségével történt. A sportolók izomaktivitás vizsgálata WebiKayak ergométeren történt egyedi beállítással személyenként. Ezek az egyéni beállítások az alábbiak voltak:

- ülés és lábtámasz beállítás és az ellenállás mértéke a sportolóhoz igazítva.
- Az ellenállás mértékét az edző előre meghatározta a sportolók számára fejlettségi és edzettségi szint szerint.
- A stabil felszín jelentette az ergométer gyári ülését míg az instabilitást úgy értük el, hogy egy dynair párnát helyeztünk az ülésre. Ezzel próbáltuk helyettesíteni a környezeti hatásokat, úgymint a víz hullámzását, amivel a sportolóknak a dynair párna váratlan egyensúlyi helyzetet teremtett, amit normál esetben, vízi körülmények között a kajak kenu sportban tapasztalnak.

- Az izomaktivitás mérése 200 m-es távon történt mindkét esetben. A mérést alapos bemelegítés előzte meg, majd a sportolóra felhelyeztük az előre meghatározott protokoll alapján az EMG elektródákat. Bőrre való helyezés előtt a kívánt területet fertőtlenítettük, zsírtalanítottuk, majd géles tappancsok segítségével rögzítettük az EMG elektródákat.



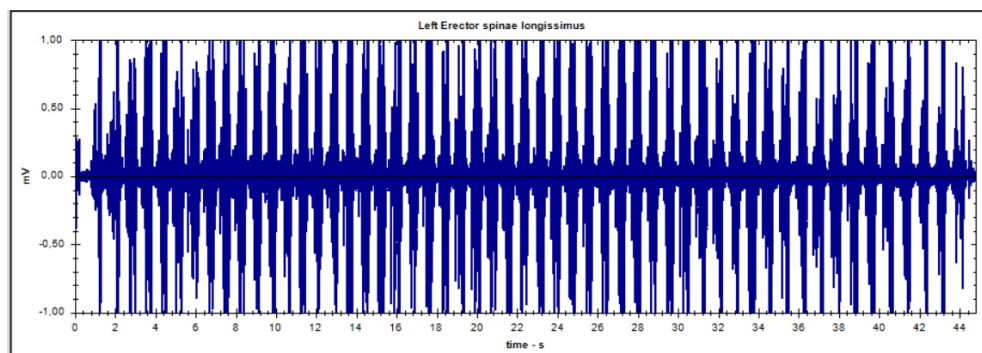
1.ábra Freeemg felhelyezése az izmokra.

Forrás: <http://www.arrayamed.com/fullaccess/product19file1.pdf>

2022.január

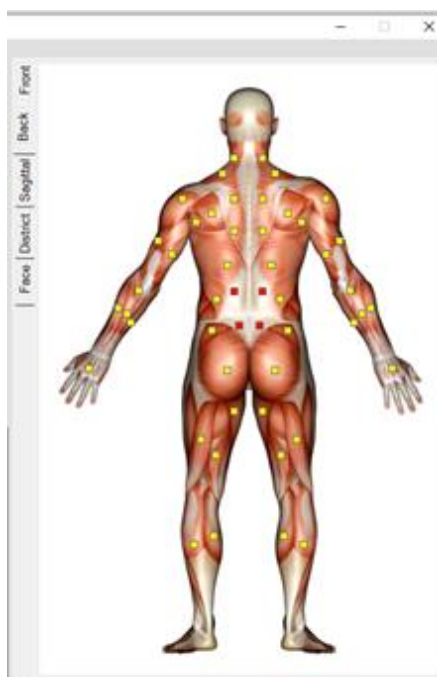
Ezt követően a sportoló elfoglalta a helyét az ergométeren, majd levezte az előírt távot, először stabil felszínen. Ezután egy perces pihenő következett és ráhelyeztük az ülésre a dynair párnát instabil felszín gyanánt. A pihenő letelte után a sportoló elhelyzkedett újra az ergométeren és levezte a távot. Miután végzett eltávolítottuk róla az EMG-t és előre ismertetett gyakorlatok alapján elvégezte a levezető nyújtást.

Az alábbi ábrán láthatók az EMG vizsgálat során kapott vizuális információk:



2.ábra
Bal oldali m. longissimus izom izomaktivitása
Forrás: saját szerkesztés

Az EMG izomaktivitás mérésére a következő protokollt állítottuk fel: 8 elektródával tudtunk dolgozni ezért 8 izmot vizsgáltunk melyek az alábbiak voltak a felhelyezési sorrendben, jobb oldali m. obliquus externus abdominis, jobb oldali m. obliquus internus abdominis, bal oldali m. obliquus externus abdominis, bal oldali m. obliquus internus abdominis, bal oldali m. erector spinae, jobb oldali m. erector spinae, bal oldali m. multifidus, jobb oldali m. multifidus. A sorrend azért fontos, mert a második mérés alkalmával a pontos eredmény érdekében ugyanígy kell felhelyezni az elektródákat.



3.ábra EMG során vizsgált izmok
(saját forrás)

3.7. Alkalmazott statisztikai módszerek

A vizsgálat során kapott teszt eredményekből és adatokból leíró statisztikát számítottunk. A tesztek eredményeinek összehasonlítására különbözőségi T-próba vizsgálatot alkalmaztunk. A megbízhatósági szint 95%-os volt az értéket szignifikánsnak tekintettük, ha a $p < 0,05$.

3.8. Használt informatikai szoftverek

Az EMG alkalmazásához a BTS EMG Analyzer programot használtuk. Kutatásunk végeztével a statisztikai adatfeldolgozás Microsoft Office Excel 2010 programmal készült. Számoltunk átlagot, szórást, összefüggés vizsgálatot. Emellett SPSS 27 szoftverrel is dolgoztunk.

3.9. Etikai megfelelés

Mozgásprogramunk a Pécsi Kajak-Kenu Club Szakosztályvezetőjének engedélye és megfelelő tájékoztatása által jöhetett létre. Továbbá a 18. életévet betöltött sportolók engedélye és hozzájárulása, kiskorú sportolók esetében szülői engedélye és hozzájárulása tette lehetővé a tréning programban való részvételt. Miután részletesen ismertetésre került az általunk kialakított mozgásprogram, kifejtettük a kutatás részleteit és céljait Ifj. Csaba András a Pécsi Kajak-Kenu Club szakosztályvezetője engedélyt adott a tréning program elvégzésére. A kutatásban résztvevő sportolókkal aláírtattuk a megfelelő nyilatkozatot, amelyben az áll, hogy megkapták a megfelelő tájékoztatást a kutatás menetéről, mozgásprogram hatásáról és várható eredményeiről. A kutatásban való részvétel teljes mértékben anonim és önkéntes alapú, nem kényszerítettünk senkit a kutatásban való részvételre. A kutatásban résztvevő sportolók adatait eredményeit bizalmasan kezeljük.

4 Eredmények és megbeszélés

Minta jellemzése

A mintánkban 12 fő kajakos sportoló vett részt, akik átlagéletkora 16,5 év volt, legfiatalabb 16 éves míg a legidősebb 18 éves volt. Oldaliság dominanciát vizsgálva

mindenkiről elmondható, hogy a jobb oldala a domináns. Azt tekintjük domináns oldalnak, amelyik kezével ír, azonban 3 sportolóról elmondható, hogy ugyan jobb kezes ellenben a kajak indításakor a bal oldali karját részesíti előnyben.

„Feltételezzük, hogy a mozgásprogram hatására a sportolók törzsizom ereje javul.”

Az első hipotézis bizonyítására Plank tesztet alkalmaztunk a mozgásprogramunk elején és végén. A plank helyzet megtartási idejét stopperórával mértük és a kapott eredményeket feljegyeztük, majd összehasonlítva az előtte és utána eredményeket statisztikai próbát számoltunk, ami egymintás T-próba volt. Az edzések során minden alkalommal végeztünk plank feladatokat. A core izomerő mérésére alkalmas plank teszt szignifikáns eredményeket mutatott a mozgásprogram végére **$p < 0,001$** . Az első mérés során a legrövidebb megtartási idő 55 másodperc volt, míg a legtovább megtartott helyes pozíció 1 perc 57 másodperc volt. Az utómérés alkalmával a legrövidebb megtartási idő 1 perc 14 másodperc volt, a leghosszabban megtartott idő 3 perc volt. A legrövidebb időt vizsgálva is elmondható, hogy 19 másodperces javulás figyelhető meg továbbá a leghosszabb ideig megtartott plank pozíció esetében 125 másodperc javulás történt. Átlagokat nézve elmondható, hogy a mozgásprogram végére 1 perces javulás következett be a sportolóknál. Ezek alapján elmondható, hogy a tréning programunk során ezen hipotézisünk igazolódott mivel tovább meg tudták tartani a sportolók a plank pozíciót.

„Feltételezzük, hogy az általunk kialakított mozgásprogram hatására javul a sportolók Csillag teszten mutatott eredménye.”

A második hipotézis bizonyítására Star Excursion Balance Testet más néven Csilla tesztet alkalmaztunk, mely az alsó végtag elnyúlását méri. A mérések eredményeit dokumentáltuk, ebből statisztikát számoltunk melyből átlag, szórás, minimum, maximum és p érték került kiszámításra. Továbbá az eredmények összehasonlítására T-próbát alkalmaztunk. Jobb oldal előtte eredményei az alábbiak szerint alakul. Jobb oldal Anterior (A) előtt átlag elnyúlása centiméterben $70,42 \pm 7,217$, Anteromedialis (AM) irány $62,5 \pm 6,21$ centiméter, Medialis (M) irány $61,67 \pm 3,89$ centiméter, Posteromedialis (PM) irány $61,67 \pm 3,26$ centiméter, Posterior (P) irány $69,17 \pm 8,48$ centiméter, Posterolateralis (PL) irány $62,92 \pm 6,89$ centiméter, Lateralis (L) irány

52,5±8,91 centiméter, Anterolateralis (AL) irány 55,83±6,33 centiméter. Utána mérés átlageredményei a következőképpen alakulnak Anterior (A) irány 75±6,3 centiméter, Anteromedialis (AM) irány 67,92±8,38 centiméter, Medialis (M) irány 65,83±2,88 centiméter, Posteromedialis (PM) irány 65,42±3,34 centiméter, Posterior (P) irány 74,58±8,64 centiméter, Posterolateralis (PL) irány 65±4,76 centiméter, Lateralis (L) irány 56,67±8,87 centiméter, Anterolateralis (AL) irány 59,17±7,63 centiméter. A kapott p-értékek alapján elmondható, hogy az anterior irány **p<0,001** szignifikáns javulása. Anteromedialis irány **p<0,001** szignifikáns javulás, medialis irány **p<0,001** szignifikáns javulás. Posteromedialis irány **p=0,005** szignifikáns javulás, posterior irány **p<0,001**, szignifikáns javulás, posterolateralis irány p=0,21 nincs szignifikáns javulás. Lateralis irány **p<0,001** szignifikáns javulás, anterolateralis irány **p=0,005** szignifikáns javulás történt. Bal oldal esetében a következőképpen alakultak a mérési átlagértékeink az első felmérés alkalmával. Anterior (A) irány 71,25±7,72 centiméter, Anteromedialis (AM) irány 61,25±4,82 centiméter, Medialis (M) irány 59,58±5,82 centiméter, Posteromedialis (PM) irány 61,25±4,82 centiméter, Posterior (P) irány 71,67±8,07 centiméter, Posterolateralis (PL) irány 60,41±4,98 centiméter, Lateralis (L) irány 54,58±8,9 centiméter, Anterolateralis (AL) irány 55,83±5,57 centiméter volt. A második mérés során kapott átlageredmények az alábbi irányokban Anterior (A) 75±6,74 centiméter, Anteromedialis (AM) 65,83±5,14 centiméter, Medialis (M) 62,5±6,21 centiméter, Posteromedialis (PM) 64,17±3,58 centiméter, Posterior (P) 75,42±7,52 centiméter, Posterolateralis (PL) 64,17±4,17 centiméter, Lateralis (L) 58,75±8,29 centiméter, Anterolateralis (AL) 59,58±3,34 centiméter volt. Bal oldal esetén az alábbi p-értékek születtek anterior irány **p<0,001** szignifikáns javulása. Anteromedialis irány **p<0,001** szignifikáns javulás, medialis irány **p=0,002** szignifikáns javulás. Posteromedialis irány **p=0,012** szignifikáns javulás, posterior irány **p<0,001** szignifikáns javulás, posterolateralis irány **p<0,001** szignifikáns javulás. Lateralis **p<0,001** szignifikáns javulás, anterolateralis irány **p=0,021** szignifikáns javulás. Az eredmények alapján a hipotézis beigazolódott, jobb oldalt vizsgálva a nyolc irányból hét irány szignifikánsan javult kivétel volt a posterolateralis irány, míg a bal oldalon mind a nyolc irány egyaránt szignifikáns fejlődésen ment át.

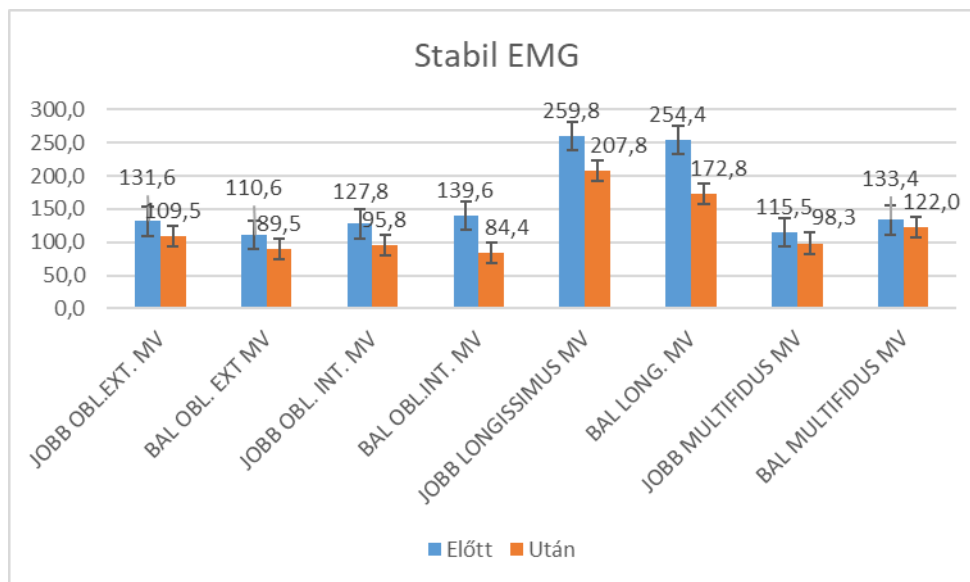
„Feltételezzük, hogy a tréning program hatására a sportolók Gólya teszten elért eredménye javulást mutat.”

A harmadik hipotézis bizonyítására gólya tesztet alkalmaztunk, amely az alsó végtag dinamikus egyensúlyának meghatározására szolgál. A teszt során a helyes pozíció megtartási idejét vizsgáltuk az első és második mérés alkalmával. A kapott értékekből statisztikai számtást végeztünk. Jobb oldalt vizsgálva, az előtte mérés során a legrövidebb ideig megtartott idő 2 másodperc volt míg a leghosszabb idő 6 másodperc volt. Jobb oldal után mérés esetében a legrövidebb idő 3 másodperc volt míg a legtovább megtartott 21 másodperc volt. Ennek alapján elmondható, hogy a legrövidebb idő megtartásánál is 1 másodperc javulás történt, míg a leghosszabb idő esetében jelentős 15 másodperces javulás történt. Jobb oldal átlagértékei az alábbiak szerint előtt $3,67 \pm 1,43$ másodperc, míg az utána átlag $8,92 \pm 5,66$ másodperc. Az eredmények alapján elmondható a szignifikáns javulás **p=0,04**. Bal oldalt előtt vizsgálva a legrövidebb megtartási idő szintén 2 másodperc míg a leghosszabb idő 7 másodperc volt. Bal oldal után méréskor a legrövidebb idő 3 másodperc volt, a legtovább kitarított idő pedig 24 másodperc volt. Ezek tekintetében elmondható, hogy a legrövidebb idő esetében 1 másodperces javulás míg a leghosszabb idő esetén 17 másodperces javulás volt megfigyelhető. Átlagokat bal oldalt nézve $3,83 \pm 1,85$ másodperc volt az előmérés során, utóméréskor $10,58 \pm 5,85$ másodperc. Az eredményeket figyelembe véve elmondható a szignifikáns javulás **p=0,01**.

„Feltételezzük, hogy az általunk vizsgált sportolók EMG-n mért izomaktivitása stabil felszínen csökkenő aktivitást mutat.”

A negyedik hipotézis igazolására BTS EMG rendszert alkalmaztunk, mely vizsgálja a sportolók izomaktivitását kajak ergométeres vizsgálat során. Az izomaktivitás formája akciós potenciálokban nyilvánul meg a mérések alkalmával. Számításaink alapján szignifikáns különbségeket kaptunk egyes izmok esetében a két mérést eredményeit tekintve. Szignifikáns eredményeket kaptunk a bal oldali m. obliquus externus abdominis esetében izomaktivitás szempontjából **p=0,023** szignifikáns javulás. A jobb oldali m. obliquus internus esetében **p=0,022** is szignifikáns javulás történt. Bal oldali m. obliquus internus esetében **p=0,044** is szignifikáns javulás mutatható ki. Jobb oldali m. longissimus esetében **p=0,049** szignifikáns javulást tapasztaltunk. Továbbá elmondható, hogy számításaink arra mutattak rá, hogy izomasszimmetria nem

figyelhető meg a sportolók körében. Az 1. diagramon láthatók a fent leírt, izmonként mutatott szignifikáns különbségek. Összességében elmondható, hogy az izomaktivitás akciók potenciálja csökkent minden izom esetében a két mérést összehasonlítva.

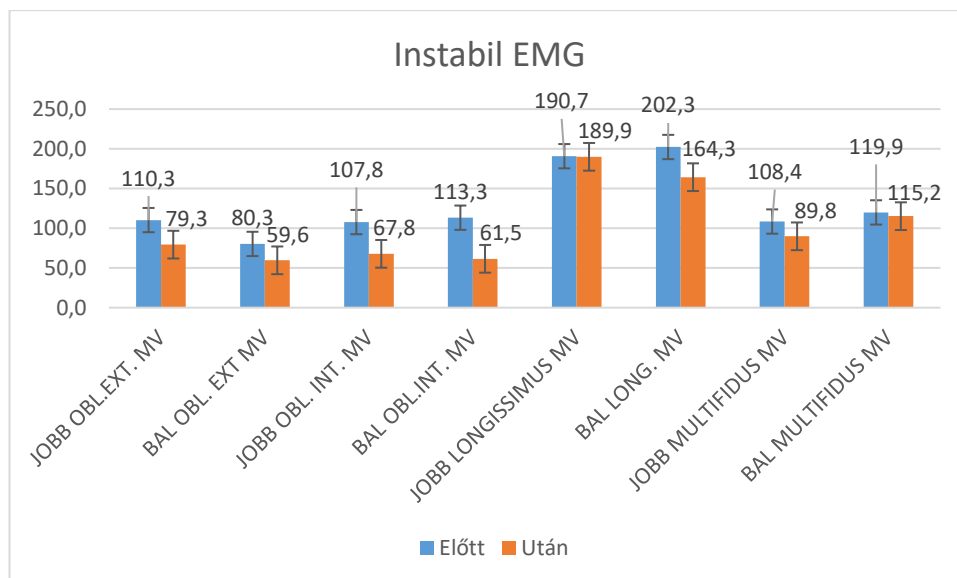


1. diagram Stabil felületen történő ergométeres vizsgálat

Forrás: Saját szerkesztés

„Feltételezzük, hogy az általunk vizsgált sportolók EMG-n mért izomaktivitása instabil felületen kisebb aktivitást mutat a második mérés során.”

Az instabil közeget, mely a kajak-kenu sportra jellemző egy dynair párna alkalmazásával értük el. A párnát az ülésre helyeztük el annak érdekében, hogy a vizes közeghez hasonló helyzetet teremtsünk. A dynair párnán mért EMG izomaktivitások közül a következők mutattak szignifikáns javulást. Jobb oldali m.obliquus internus abdominis mikrovolt értéke **p=0,010**. Jobb oldali m. obliquus internus százalékos értéke szignifikáns javulást mutat **p=0,006**. Bal oldali m. obliquus internus abdominis **p=0,028** szignifikáns javulás. Míg a jobb oldali m. longissimus százalékos értéke mutatott szignifikáns javulást **p=0,011**. A kapott adatok alapján elmondható ebben az esetben is, hogy izomasszimmetria itt sem figyelhető meg a vizsgált sportolók körében.



2. diagram Instabil felületen történő ergométeres vizsgálat

Forrás: Saját szerkesztés

5 Összefoglalás

Kutatásunkról összességében elmondható, hogy hipotéziseink beigazolódtak, a kapott eredmények alapján a mozgásprogram hatékonynak bizonyult. Voltak esetek melyben kismértékű javulás volt megfigyelhető, de a sportolók összességében fejlődtek. Javult az alsó végtag dinamikus egyensúlyozó képessége, erősödött a törzsizomzat és izomaktivitásbeli változások is történtek.

6 Irodalomjegyzék

Bioengineering, B. (2019). <https://www.btsbioengineering.com/products/freeemg/>.

Forrás: BTS Bioengineering.

MKKSZ. (2016). Forrás: kajakkenusport.hu: kajakkenusport.hu: kajakkenusport.hu/download/2016/kajak_sportagspecifikus_mozgas_es_serules.pdf

Panta K., A. W. (2015). A study to associate the Flamingo Test and the Stork Test in measuring static balance on health adults.

Szmodics V., B. M. (2018). Sérülésmegelőző program hatékonysága utánpótlás korú kosárlabdázók körében . *Sport és egészségtudományi füzetek*, 18-31.

Tong T., W. S. (2014). Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. *Physical Therapy In Sports*, 58-63.

7 Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek és konzulensemnek hogy szakmailag segítettek és támogatták munkámat. Továbbá köszönettel tartozom az egyesület vezetőedzőjének, hogy támogatta a kutatásomat, biztosította a helyszínt és a szükséges eszközöket. Illetve szeretném megköszönni a kutatásban részt vevő sportolók munkáját, hogy hétről hétre részt vettek a tréning programon.