

# A PROPRIOCEPTÍV TRÉNING SZEREPE A KÜLBOKASZALAG-SÉRÜLÉSEK MEGELŐZÉSÉBEN

Doktori értekezés

**Kynsburg Ákos**

Semmelweis Egyetem  
Klinikai Orvostudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Szendrői Miklós egyetemi tanár

Hivatalos bírálók: Dr. Karlinger Kinga, kandidátus, Ph.D.

Dr. Kiss Rita, kandidátus, Ph.D.

Szigorlati bizottság elnöke: Dr. Vizkelety Tibor, professor emeritus

Szigorlati bizottság tagjai: Dr. Pavlik Gábor egyetemi tanár, az MTA tagja

Dr. Tállay András, Ph.D.

Budapest

2008

## Tartalomjegyzék

Rövidítések jegyzéke .....	- 3 -
1. Bevezetés .....	- 4 -
2. Célkitűzések .....	- 19 -
2.1 Hipotézisek .....	- 19 -
2.2 Kérdésfelvetés .....	- 20 -
3. Módszerek .....	- 22 -
3.1 Bokasérülések epidemiológiai elemzése .....	- 22 -
3.2 A boka proprioceptív szenzoros funkciójának vizsgálata .....	- 24 -
4. Eredmények .....	- 32 -
4.1 Bokasérülések epidemiológiai eredményei a sportban.....	- 32 -
4.2 A boka proprioceptív szenzoros funkciójának vizsgálati eredményei .....	- 37 -
4.2.1 A kontroll csoport eredményei .....	- 37 -
4.2.2 A terápiás csoport eredményei .....	- 40 -
4.2.2.1 Tréning előtti adatok.....	- 40 -
4.2.2.2 Tréning utáni eredmények – irányoktól függetlenül .....	- 42 -
4.2.2.3 Tréning utáni eredmények – irányok szerinti eredmények .....	- 44 -
4.2.3 A prevenció csoport eredményei.....	- 49 -
4.2.3.1 Tréning előtti adatok – irányfüggetlen analízis .....	- 49 -
4.2.3.2 Tréning előtti adatok – irányok szerinti analízis .....	- 51 -
4.2.3.3 Tréning utáni eredmények – irányoktól függetlenül .....	- 53 -
4.2.3.4 Tréning utáni eredmények – irányok szerint .....	- 57 -
4.3 A prevenció csoport epidemiológiai vizsgálata .....	- 63 -
5. Megbeszélés.....	- 64 -
6. Következtetések.....	- 80 -
6.1 Válaszok a felvetett kérdésekre .....	- 80 -
6.2 Ajánlások .....	- 82 -
7. Összefoglalás .....	- 83 -
8. Irodalomjegyzék .....	- 86 -
9. Saját publikációk jegyzéke .....	- 104 -
10. Függelék .....	- 106 -

## Rövidítések jegyzéke

a.	arteria
ÁABH	átlagos abszolút becslési hiba
ÁABH <sub>dom</sub>	átlagos abszolút becslési hiba a domináns oldalon
ÁABH <sub>non-d.</sub>	átlagos abszolút becslési hiba a nem domináns oldalon
ÁABH <sub>P-ki</sub>	átlagos abszolút becslési hiba, prevenciók csoport, kifelé irány
ÁABH <sub>T-ki</sub>	átlagos abszolút becslési hiba, terápiás csoport, kifelé irány
ANOVA	variancia-analízis (analysis of variance)
ant	anterior (a proprioceptív kísérletekben: előre irány)
BMI	testtömegindex (body mass index)
EMG	elektromyográfia
IFR	sportexponáció-alapú incidencia (Injury Frequency Rate)
L4	4. ágyéki (lumbalis) gerincvelői szegmens
L5	5. ágyéki (lumbalis) gerincvelői szegmens
lat	laterális (a proprioceptív kísérletekben: kifelé irány)
LCA	elülső keresztzalag (ligamentum cruciatum anterius)
lig. fibulocalc.	ligamentum fibulocalcaneare
lig. fibulotal. ant.	ligamentum fibulotalare anterior
lig.	ligamentum
m.	musculus
med	mediális (a proprioceptív kísérletekben: befelé irány)
n.	nervus
OSEI	Országos Sportegészségügyi Intézet
post	posterior (a proprioceptív kísérletekben: hátra irány)
S1	1. keresztcsonti (sacralis) gerincvelői szegmens
S2	2. keresztcsonti (sacralis) gerincvelői szegmens
SD	standard deviáció
$\Delta$ ÁABH	az átlagos abszolút becslési hiba változása
$\Delta$ ÁABH <sub>instab.</sub>	az átlagos abszolút becslési hiba változása, instabil bokák

## 1. Bevezetés

A leggyakoribb sportsérüléseket a bokatáj sérülései képviselik – traumatológiai ambulanciákon jelentkező sport során sérült páciensek közel 20%-a jelentkezik akut bokatáji panaszokkal. <sup>1</sup> E sérülések túlnyomó részét (85-90%) a külboka szalagsérülései képezik, <sup>1-14</sup> amelyek nem elhanyagolható arányban járnak késői következményekkel. Korábbi tanulmányok a maradványtünetek gyakoriságát átlagosan 40-50% közé tették, egy későbbi nagyobb volumenű tanulmány 6,5 éves utánkövetés során 39%-ban mutatott ki a külboka szupinációs szalagsérülései kapcsán hosszú távú tüneteket ill. panaszokat. A primer sérülés súlyosságától függetlenül az utánvizsgált személyek 9%-ánál e tünetek korlátozták fizikai aktivitásukat, sőt 6%-uknál foglalkozásuk eredeti szinten történő folytatását is megakadályozta. <sup>15</sup>

A szupinációs bokasérüléseket követő patológiás állapotok egy részében a vezető tünet a fájdalom. Ennek hátterében leginkább olyan elváltozások állnak, melyek felső ugróízületi artroszkópos műtétekkel jól kezelhetők. <sup>16</sup>

Az elsősorban fájdalommal, mint vezető tünettől jellemezhető szindrómák közül első helyen az ún. elülső becsípődéses (vagy angol nevén inkább ismert ventrális impingement) szindrómát kell említeni. Felosztása történhet lokalizáció (anteromediális ill. anterolaterális), valamint elülső osteophyták megléte ill. hiánya (csontos vagy tisztán synovialis impingement) alapján is. <sup>17</sup> Tény, hogy maguk az osteophyták csak a felső ugróízületi extenzió beszűkülését, de nem magának a fájdalomnak a kialakulását magyarázzák – főleg labdarúgók ill. táncosok esetén gyakran megfigyelhetők a felső



**1. ábra.** Felső-ugróízületi ventrális lágyrész-becsípődés (impingement) artroszkópos képe (a) és kezelése (b és c).

ugróízület ventrális aspektusán aszimptomatikus osteophyták. <sup>19</sup> Maga a fájdalmas becsípődéses tünetegyüttes akkor alakul ki, amikor – újabb trauma, vagy sorozatos mikrotraumák hatására – az osteophyták körül lokális synovitis ill. fájdalmas heg alakul ki. A konzervatív terápia lehetőségei sikertelensége esetén e lágyrész-elváltozások artroszkópos sebészi eltávolítása a tünetek szűnéséhez vezet. <sup>19,20</sup> (1. ábra) Fontos megjegyezni azt is, hogy az osteophyták a fent leírt elülső becsípődéses szindróma esetén nem képezik valódi artrózis részét – az ízületi hyalinfelszín károsodása e kórképben nem mutatható ki. <sup>16</sup> Ezzel magyarázhatóak a szindróma artroszkópos kezelésének nagyon jó közép- és hosszú távú szubjektív (betegelégedettségi) eredményei, függetlenül az osteophyták újbóli megjelenésétől. <sup>21,22</sup>

Egy további oka a szupinációs traumá(ka)t követő krónikus fájdalomnak a felső ugróízületi osteochondrális defektus. Ennek típusos előfordulási helye a trochlea tali mediális, valamivel ritkábban laterális széle. Ezeknek a műtéti megoldása ma már szintén az artroszkópos sebészet tárgyát képezi: a lézió kimetszését követően debridement ill. felfúrás – stabil hyalinborítás esetén fluoroszkópiával asszisztált retrográd felfúrás. (2. ábra) Közép- és hosszú távú eredményeket tekintve a prognózis itt már szerényebb, az esetek 75%-ában jó/kiváló. <sup>23</sup> Még nehezebb feladat a felső ugróízület tibiális ízfelszíni elváltozásainak kezelése, mely sokszor csak a hátsó portálokon keresztül érhető el, és prognosztikailag még optimális sebészi ellátás esetén sem közelíti meg a talusnál leírtakat. A fenti két fontosabb kórkép (impingement és osteochondralis defektus) mindegyikéhez kapcsolódhat ízületi szabadtestek képződése, melyeknek artroszkópos eltávolítása rövidtávon kifejezetten jó prognózisú – a hosszútávú eredményeket értelemszerűen a háttérben álló elváltozás határozza meg. <sup>16</sup>

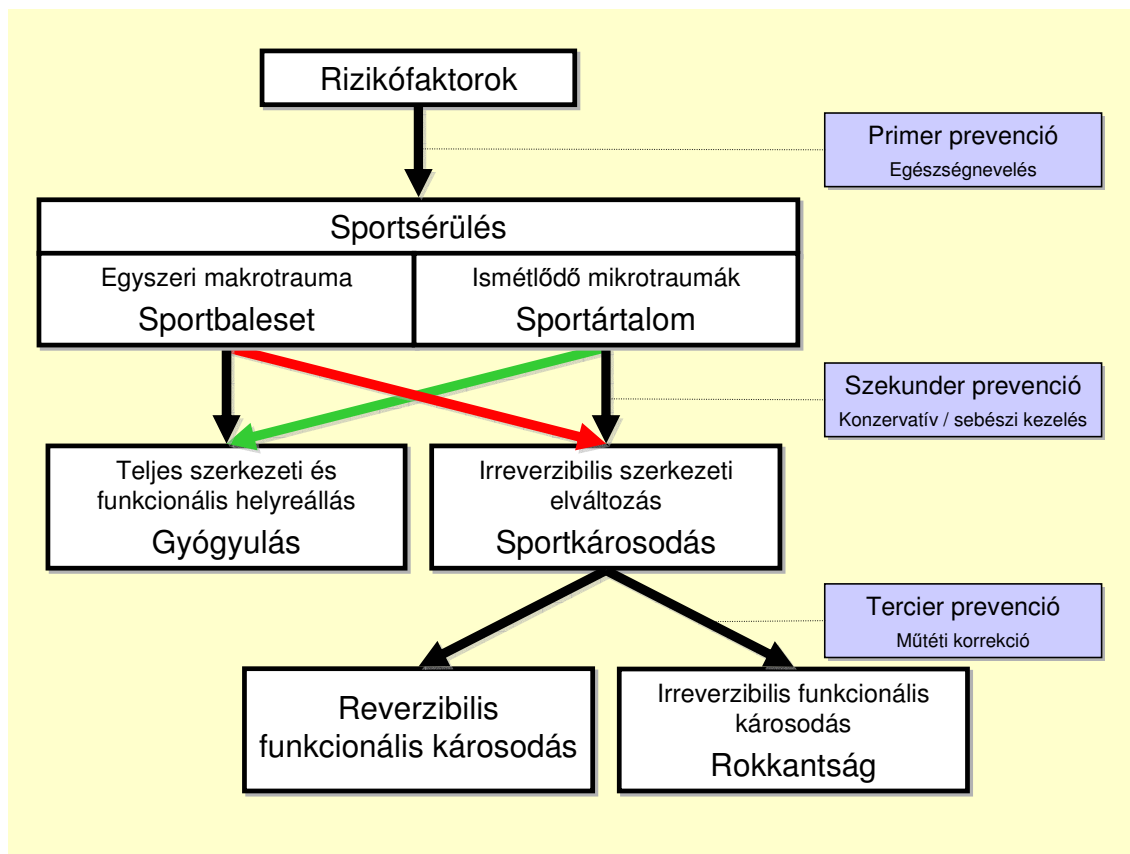


a  
b  
c  
**2. ábra.** Osteochondritis dissecans stabil hyalinborítással (a) ill. fluoroszkópiával asszisztált retrográd felfúrás (b és c).

A boka szupinációs sérüléseihez fűződő kapcsolatukon felül azért is szenteltem néhány sort az artroszkópos sebészet tárgykörébe tartozó elváltozásoknak, mert személyes érdeklődésemet a bokatáj ortopédiai és traumatológiai problémái irányába éppen a felső ugróízületi artroszkópia keltette fel.<sup>24</sup> A műtéti technikák elsajátítása mellett azonban egyre több figyelmet fordítottam az artroszkópos módszerekkel kezelhető fenti kórképek patogenetikai előzményeinek, így a szupinációs szalagsérülések valamint a krónikus laterális felső ugróízületi instabilitás tanulmányozására. Ez utóbbi azonban túl azon, hogy a fent leírt kórképek kialakulásáért elsősorban felelős, önmagában is a szalagsérülések következményes patológiás állapotainak legnagyobb részét alkotja.<sup>1,15,25</sup> A felső ugróízületi instabilitás önmagában, de még inkább a feljebb részletezett kórképekkel együtt az egyén sport- ill. munkaképességének korlátozásán túl hosszú távon irreverzibilis ízületi degeneratív károsodáshoz, artrózishoz vezet.<sup>26,27</sup>

A minimál invazív sebészet mellett a modern medicina másik legfőbb ismérve a megelőző szemlélet. A mai elvárásoknak megfelelő szofisztikált diagnosztikai és terápiás eljárások magas költségeinek ismeretében a hatékony prevenció egyértelmű gazdasági előnyökkel is jár. Ezen felül a munkaképesség csökkenésének megakadályozásával pozitív hatások jelentkeznek, mind az egyén, mind a társadalom (nemzetgazdaság) szintjén.

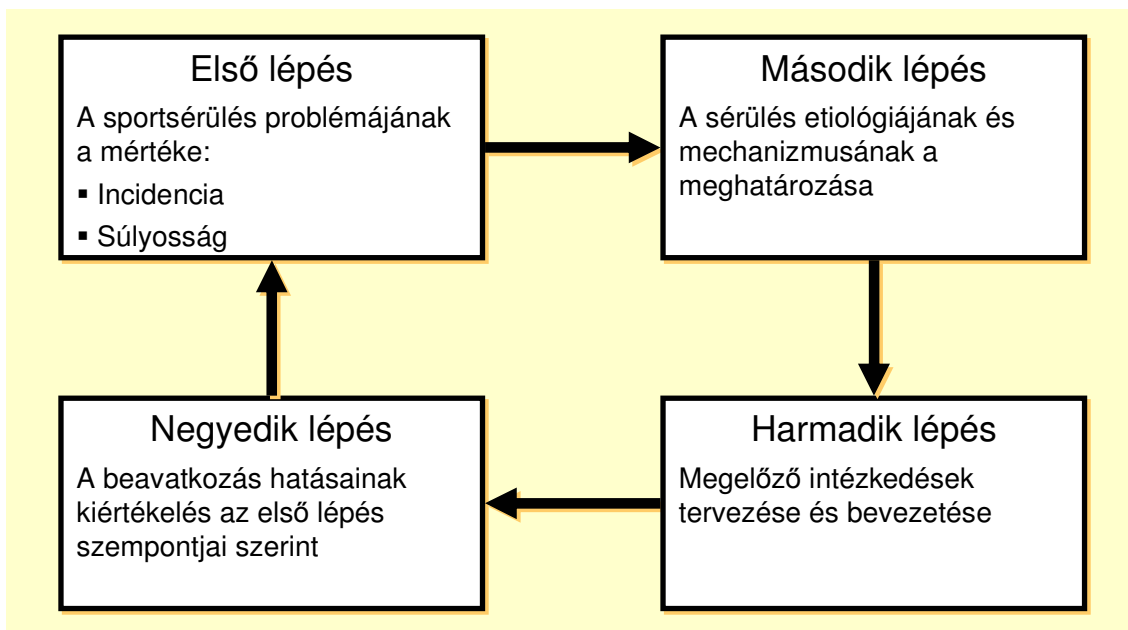
A professzionális sportban a megelőzésnek szintén többértű szerepe van. A sportoló számára egyrészt minden egyes sérülés szignifikáns időt vesz el az egyébként is (más polgári foglalkozásokhoz viszonyított) rövid pályafutásból, másrészt a recidív sérülések talaján kialakuló degeneratív elváltozások a sportkarrier idő előtti befejezését is kikényszeríthetik. A sportegyesületek számára természetesen minden sportoló esetén a sportaktivitás bármilyen jellegű és időtartamú csökkenése a sikerek elérésének esélyét csökkenti, ami a sportolók kezelési költségein felül további negatív gazdasági-pénzügyi hatást jelent.<sup>28</sup>



**3. ábra.** A sportsérülések prevenciójának három szintje.

Lysens a sportmedicinában a prevenció három szintjét definiálja. (3. ábra)<sup>29</sup> A primer prevenció, tehát a felismert kockázati tényezők kiküszöbölése, nemcsak az elsődleges sérülés megelőzésén keresztül, hanem a recidív sérülések kockázatának csökkentésével is redukálja a degeneratív elváltozások kialakulásának esélyét. A már kialakult károsodások hatásainak csökkentését célzó szekunder ill. tercier prevenció során már általában forrásigényesebb eszközöket és módszereket kell alkalmazni. Ezen utóbbi két szinten már nem lehet elvárható az eredeti anatómiai ill. élettani viszonyok helyreállítása.

A hatékony prevenció módszerek kidolgozásának lépéseit van Mechelen és munkatársai egy négyponos algoritmusban foglalták össze.<sup>30</sup> (4. ábra) Első lépésben meg kell határozni egy sérülés problémájának mértékét. Ez két tényezőből áll: az incidencia kiszámításával meg kell határozni a vizsgált sérülés előfordulásának gyakoriságát, illetve aszerint, hogy milyen következményekkel jár, értékelni kell súlyosságát.



**4. ábra.** Algoritmus a sportsérülések preventív eszközeinek bevezetésére.

Második lépésben meg kell határozni a sérülés etiológiáját, mechanizmusát és a következményes patológiás állapotok kórélettanát. Erre lehet alapozni a harmadik lépésként a preventív-jellegű intervenció tervezését és bevezetését. Negyedik lépésben e megelőző lépés hatását kell kiértékelni az első lépés megismétlésével. Amennyiben többféle módszer adódik egy adott prevenció cél elérésére, kívánatos azok hatásait egymástól függetlenül ezen algoritmus alapján vizsgálni.

A fentiek alapján a krónikus felső ugróízületi instabilitás primer prevenciója céljának az akut szupinációs szalagsérülések előfordulási gyakoriságának csökkentését kell tekinteni. A van mecheleni algoritmus első pontjának megfelelően egyfelől meg kell állapítanunk, hogy a probléma releváns, tehát egy hatékony preventív eszköz vagy módszer alkalmazása esetén a hatás eléggé kifejezett ill. mérhető lesz. A bevezető elejében leírtak tükrében ez a kritérium a boka szupinációs szalagsérülései és azok többértékű lehetséges következményei révén maradéktalanul teljesül. A célpopuláció, tehát annak a sportágnak a meghatározására, amelyben a boka sérülései a legnagyobb gyakorisággal fordulnak elő, egy korábbi nagyobb volumenű munkám során került sor.<sup>31</sup> Bár a nemzetközi viszonylatban is első bokaspecifikus aktivitási skála kidolgozása eddigi tudományos munkásságom egyik legfontosabb eredménye, ezen értekezésben magára az aktivitási skálára nem, csupán a kidolgozás részét képező epidemiológiai munkára kívánok részletesen kitérni. (Az aktivitási skála teljes



kidolgozási folyamata szorosan nem kapcsolódik a tárgyalandó témához, másrészt az írás terjedelme sem engedné meg e helyen ennek közzétételét.)

Az epidemiológia tudománya a betegségek és a kóroki tényezők, valamint az egészséggel kapcsolatos tulajdonságok és események előfordulását, eloszlását, összefüggéseit vizsgálja populációs szinten a lakosság egészségének javítása érdekében. Az egyes állapotok adott populáción belüli időbeli előfordulási gyakoriságának jellemzésére két alapvető mérőszám használatos. Az egyik a *prevalencia*, mely figyelembe veszi a vizsgált elváltozásnak a megfigyelt populációban mind a tárgyidőszak kezdetekor fennálló, mind az alatt újonnan kialakuló eseteit.

Egy betegség időbeli gyakoriságának a vizsgálatára alkalmazható másik mutató az *incidencia*, mely a vizsgált időszak alatt a megfigyelt populációban csak az újonnan megjelenő esetek számát jelenti. Mivel feltételezzük, hogy az idény elején a sportoló nem sérült, és a sérülések az idény során keletkeznek, a sportsérülések epidemiológiájában elsősorban az incidenciát használják a gyakoriság jellemzésére.<sup>32</sup>

A sportsérüléseken belül egy bizonyos sérüléstípus, esetünkben a bokatáji szalagsérülések incidenciája három különböző módon mérhető.

A legegyszerűbb mérőszám az adott sportág(ak)ban egy bizonyos időszakban (rendszerint 1 év) előforduló összes sérülések százalékában adja meg az adott sérülés incidenciáját:

$$x = N_x \cdot 100 / N_\Sigma$$

ahol  $N_x$  := adott időszakban kialakult testtáj-specifikus sérülések száma

$N_\Sigma$  := ugyanezen időszakban kialakult összes sérülés száma

$x$  := testtáj-specifikus sérülések aránya az összes sérülés százalékában

A testtáj-specifikus sérülések gyakoriságának másik használatos mértékegysége az adott időszak alatt adott sportág(ak)ban résztvevő „k” számú főre eső sérülések számát írja le:

$$N_k = (N_x \cdot k) / N$$

ahol  $N_x$  := adott időszakban kialakult testtáj-specifikus sérülések száma

$k$  := az incidencia értelmezését segítő szorzó, rendszerint 10 hatványa

$N$  := a vizsgált sportban résztvevő populáció létszáma

$N_k$  :=  $k$  számú főre eső sérülések száma

Gyakorlatban rendszerint egy év (vagy szezon) alatt 1000 főre eső sérüléseket írunk le a fenti képlet segítségével, amely ez esetben így alakul:

$$N_k = (N_x \cdot 1000) / N$$

ahol  $N_k$  mértékegysége: 1/1000fő/év.

Bár a fent leírt két incidenciamutató más-más információt hordoz, egyik sem alkalmas különböző gyakorisággal sportolók ill. különböző hosszú szezonnal bíró sportok sérülési adatainak összehasonlítására. Emiatt vezették be a harmadik incidenciamutató alapjául szolgáló sportexpozíció fogalmát, ami egy személy adott sportban való egy óras részvételét jelenti.<sup>30,33-35</sup> A sportexpozíció figyelembevételével Chambers<sup>33</sup> képletét de Loës és Goldi<sup>34</sup> a következőképpen módosította:

$$IFR = (N_x \cdot k) / (N \cdot h \cdot y)$$

ahol:  $N_x$  := az egy év alatt kialakult (testtáj-specifikus) sérülések száma

$k$  := az incidenciamértékegységértéket segítő szorzó, rendszerint  $10^3$  vagy  $10^4$

$N$  := a vizsgált sportban résztvevő populáció létszáma

$h$  := az egy főre jutó heti átlag sportexpozíció (órákban)

$y$  := egy éven belül a szezon hossza (hetekben)

IFR := sportexpozíció-alapú incidenciamutató (Injury Frequency Rate)

Az incidenciamutató (IFR) mértékegysége a „ $k$ ” együttható függvényében változhat:

- ha  $k=10^4$ , akkor: 1/10000expozíció/év
- ha  $k=10^3$ , akkor: 1/1000expozíció/év

Mint azt már tárgyaltuk, a lábfej primer szalagsérüléseinek önmagában is a leggyakoribb következménye a krónikus laterális felső ugróízületi instabilitás, mely egyrészt újabb hasonló sérülési epizódokhoz vezet, másrészt alapját képezi a már leírt további degeneratív elváltozásoknak. A van Mechelen algoritmus második pontjának értelmében tehát a krónikus laterális felső ugróízületi instabilitás etiológiájának tisztázása révén választhatjuk meg a megfelelő megelőzési módszert.

A felső ugróízület stabilitásáért két rendszer, egy statikus és egy dinamikus felel együttesen. A statikus stabilizátorok – a tibiának, a fibulának és a talusnak a kongruens, egytengelyű ízületet alkotó csontképletein felül – a kül- és belboka szalagrendszere ill. ízületi tokja. Bár ventrálisan és dorzálisan valamivel vékonyabb ill. laterálisan vastagabb mint másutt, maga az ízületi tok az ízületet teljesen körbefogja. A külboka szalagrendszerét három bokaszalag alkotja: a ligamentum fibulotalare anterior, a ligamentum fibulocalcaneare és a ligamentum fibulotalare posterior. Ezek a belboka szalagjához (lig. deltoideum) képest jóval gracilisabb és főleg kisebb szakítószilárdságú szalagok. <sup>36</sup> Biomechanikai okoknál fogva a három külboka-szalag közül rendre az elülső (lig. fibulotal. ant.) majd a középső (lig. fibulocalc.) a legsérülékenyebb. A felső ugróízület kongruenciája flexiós helyzetben a trochlea tali hátra keskenyedő felépítése miatt rosszabb, egyúttal az elülső szalag helyzete is közel szagittálisból vertikálissá válik. Az elülső szalag sérülékenységéhez még hozzájárul alacsonyabb szakítószilárdsága is (lig. fibulotal. ant.: 140N, lig. fibulocalc.: 350N). <sup>9,11,36-40</sup>

A felső ugróízület dinamikus stabilitásáért a felső és alsó ugróízület mozgatását végző lábszárizmok illetve azoknak a bokatáján ill. a lábon tapadó inai felelősek. Tárgyalásuk előtt tisztázandó, hogy a felső ugróízületben a dorzális irányú mozgás szigorúan biomechanikai értelemben véve a végtag rövidülésével jár, tehát flexiós mozgás, a plantáris irányú mozgás pedig fordítva a végtag hosszabbodásával jár, tehát ilyen értelemben extenziónak felel meg. A járasciklus során azonban talajérintéskor a teljes alsó végtag extenziója során a felső ugróízület dorzális irányban rögzül, majd a gördülési szakaszban ill. elrugaskodáskor fokozatosan plantáris irányban mozog. Funkcionálisan tehát a dorzális irányú mozgás extenziónak, a plantáris irányú pedig flexiónak felel meg, és a láb extenzorainak ill. flexorainak elnevezése is ez alapján történik. (Az angolszász nevezéktanban ennek ellenére – és talán az egyértelműség kedvéért – a dorzálflexió és plantárflexió kifejezések használatosak.)

A lábszárizmok extenzor csoportja a lábszár ventrális aspektusán található. A proximálisan erős izomhassal bíró és disztálisan inas m. tibialis anterior a tibia laterális condylusáról ill. diaphysisének proximális feléről és a membrana interossea ennek megfelelő szegmenséről ered. Ina a retinaculum extensorum alatt a legmediálisabb helyzetben halad át, majd az os cuneiforme mediale és az I. metatarsus bázisának

mediális és alsó felszínein tapad. Ritkán variációként az izom mély rostjai a talus nyakán tapadnak, illetve egy kis inas köteg futhat az I. metatarsus fejéhez vagy az öregujj alappercének bázisához. Az izom fő funkciója a felső ugróízület dorzális irányú mozgatása, tehát extenziója. További hatása – a m. tibialis posteriorral szinergizmusban – a belső talpél emelése, azaz a láb inverziója. Extenzorként hatnak a felső ugróízületre továbbá a lábujjak hosszú feszítőizmai, a m. extensor hallucis longus és m. extensor digitorum longus, illetve ez utóbbi variációként gyakran előforduló leglaterálisabb kötege, az V. metatarsus bázisán dorzálisan tapadó m. peroneus tertius. A m. peroneus tertius a rövid és hosszú peroneus-izmokkal együtt hatva a külső talpélet emeli, tehát a láb evertoraként is hat.

A flexorok a lábszár dorzális felén lelhetők fel, és alapvetően mély és felületes csoportra oszthatók. A felületes flexorokat majdnem teljes mértékben a m. triceps surae három izma alkotja. Legfelületesebben a m. gastrocnemius kettős izomhasa található, melynek mediális és laterális fejei a megfelelő femurcondylusok dorzális felszínéről ill. az azokat összekötő és részben a térdízület hátsó tokjáról eredő aponeurózis-szerű inas lemezről erednek. A m. gastrocnemius izomrostjai alatt található a m. triceps surae harmadik izomhasát képző m. soleus. Ez laterálisan a fibula fejcsének és a csont proximális harmadának hátsó aspektusáról ill. mediálisan a tibia középső harmadának dorzális felszínéről ered. Néhány rost a két fő eredési zónát összekötő inas ívről is ered, mely alatt a popliteális véredények és a n. tibialis futnak. A m. triceps surae három izma végül testünk legvaskosabb és legerősebb inában, az Achilles-ínban egyesülve a tuber calcanei hátsó felszínén tapad. A m. triceps surae a felső ugróízület fő flexora, tehát annak plantáris irányú mozgatását végzi. A m. triceps surae alatt fut a funkcionálisan alárendelt szerepű és a m. triceps surae-hoz képest jelentéktelen izomtömeget képviselő m. plantaris.

A mély flexorok közül a felső ugróízület funkciója szempontjából legfontosabb a csoport legmélyebben fekvő tagja, a m. tibialis posterior. Eredése magába foglalja a membrana interossea majdnem teljes dorzális felszínét, a tibia diaphysisének proximális kétharmadát poszterolaterálisan és a fibula mediális felszínének felső kétharmadát. Izomhasa a m. flexor hallucis longus és a m. flexor digitorum longus között fekszik. Ina utóbbit a lábszár disztális negyedében előlről megkerüli, majd azzal együtt, de külön ínhüvelyben a belboka hátulsó aspektusán futva éri el tapadását az os naviculare

plantáris és mediális aspektusán. Az eredési zónából további rostok haladnak egyrészt vissza a calcaneushoz a sustentaculum talira, másrészt laterális irányban a disztális lábtőcsontokhoz és a II-IV. metatarsusok bázisára. Az izom szerepe igen sokrétű: elsősorban – a m. tibialis anteriorral együtt hatva – a peroneusok antagonistájaként a mediális tapélt emeli, tehát a lábat invertálja. Ezen felül közvetlenül hat a felső ugróizület flexiójára, és aktív szerepe van a lábboltozat fenntartásában is. A felső ugróizületi flexióra közvetetten hatnak a m. flexor hallucis longus és a m. flexor digitorum longus.

A peroneus-izomcsoport a lábszár laterális aspektusán helyezkedik el. A felületesebben található m. peroneus longus a fibula proximális kétharmadán, valamint a peroneus-izmokat határoló fasciáról ered. A fibula feje és diaphysise között az izom eredési zónáján halad át a n. peroneus communis. Az izom hosszú ínnaal halad a külboka mögött a m. peroneus brevis inával közös ínhüvelyben, attól dorzálisan, majd azt alulról keresztezve a láb talpi felszínére kerül és a ligamentum plantare longum által fedve halad egészen az I. metatarsus bázisának ill. az os cuneiforme mediale laterális széléin található tapadásához. A kisebb tömegű és rövidebb m. peroneus brevis a fibula laterális felszínéről ill. szintén a peroneus-izmokat határoló fasciáról ered, a m. peroneus longustól mediálisan. Ina – miután a fent leírt módon megkerüli a külbokát – a V. metatarsus bázisának laterális aspektusán tapad. A peroneus-izmok fő funkciója a laterális talpél emelése ill. a mediális talpél süllyesztése, tehát a láb everziója. Hatnak azonban a felső ugróizület flexiójára is, és – a lábtő talpi felszínén keresztben haladva – a m. peroneus longus inának a láb harántboltozatának fenntartásában is aktív szerepe van.<sup>41-42</sup>

Munkám szemszögéből különösen jelentős a bokatáj beidegzésének a tisztázása. A lábszár mediális felszíne, a belbokatáj ill. a láb mediális része szenzoros beidegzése (nervus femoralisból eredő n. saphenus) kivételével a régióknak mind a motoros, mind a szenzoros beidegzése a nervus ischiadicus rendszerén keresztül valósul meg. Testünk legvastkosabb perifériás idege a fossa popliteában oszlik két fő ágára, a n. peroneus communisra és a n. tibialisra. Előbbi – a fibula nyakát laterál felől megkerülve, majd a m. peroneus longus izomhasa alatt futva – tovább oszlik mély és felszínes ágakra (n.

peroneus superficialis és profundus), valamint innen ered a nervus cutaneus surae lateralis is, melynek egy ága a n. tibialis egy ágával egyesülve alkotja a n. suralist.<sup>43</sup>

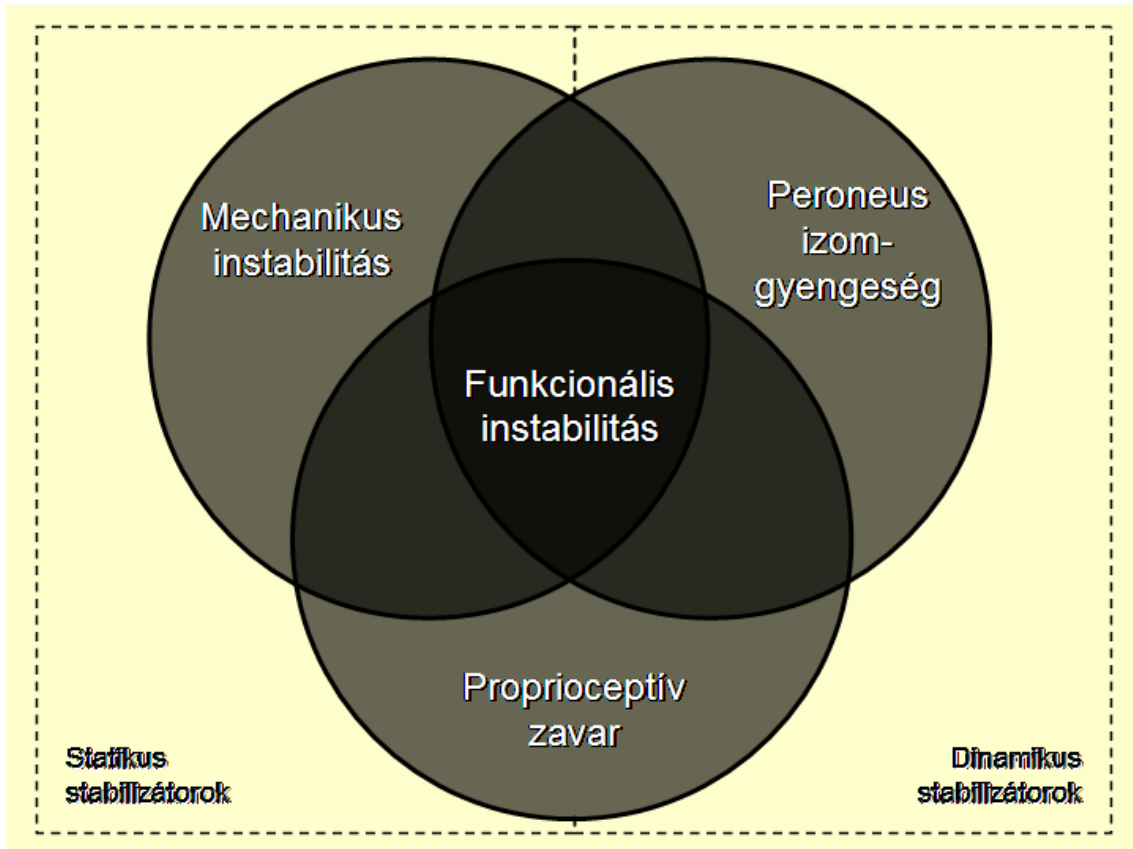
A laterális tok és a külboka-szalagok szenzoros idegellátásához a rostok a nervus tibialisból, nervus suralisból és a nervus peroneus profundusból erednek. A peroneus izmokat (L4-S1 gerincvelői szegmensekből) a n. peroneus superficialis, a lábszár és a láb extenzor izmait a nervus peroneus profundus (L4-S1) látja el motoros beidegzéssel. A nervus tibialis mozgató beidegzéssel látja el a lábszár flexorait (S1-S2) ill. a m. tibialis posteriort (L5-S1).<sup>42-43</sup>

A beidegzés jelentőségét a krónikus laterális felső ugróízületi instabilitás megértésének szempontjából a mindkét rendszeren párhuzamosan megvalósuló propriocepció adja.<sup>44</sup>

<sup>46</sup> A szövettani kutatások fontos eredménye, hogy a külboka-szalagokban csupán mechanoreceptorokat találtak (többségüket a tapadási zónában), de fájdalomérző szabad idegvégződéseket nem.<sup>47,48</sup>

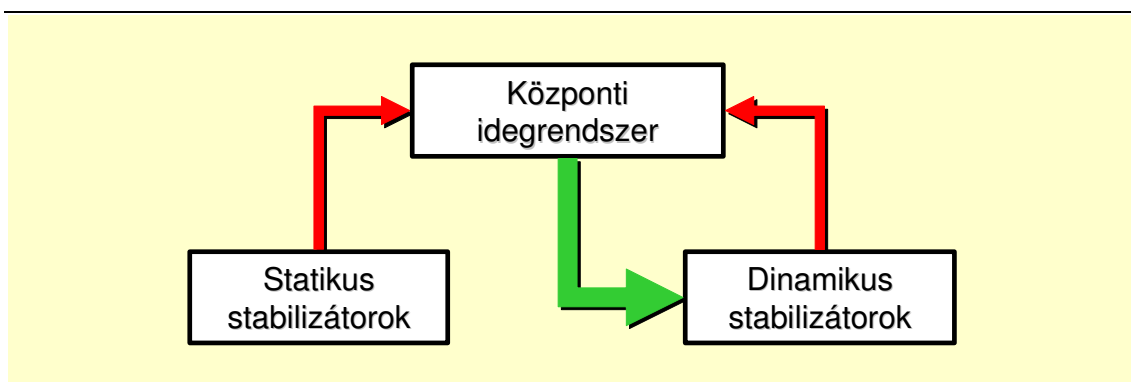
A krónikus laterális felső ugróízületi instabilitás etiológiáját ill. annak összefüggését a dinamikus és statikus stabilizátorokkal az 5. ábra segítségével szeretném demonstrálni. Szubjektív instabilitás (azaz bizonytalanság-érzés) és ismétlődő rándulások együttes fennállása esetén beszélünk funkcionális instabilitásról. Önmagában a szubjektív instabilitás egy tünet, amit nemcsak funkcionális instabilitást okozó állapotok, hanem más elváltozások, pl. ízületi szabadtest is okozhatnak. Fontos továbbá azt is leszögezni, hogy a funkcionális instabilitásnak az említett, definíció szerinti két fő tünete mellett még egyéb jelei is lehetnek, mint fájdalom, nyomásérzékenység, duzzanat, az ízület mozgástartományának beszűkülése illetve aktivitási szint csökkenése.

A funkcionális instabilitás egyrészt eredhet a statikus rendszer mechanikai elégtelenségéből (mechanikus instabilitás – a talus subluxatiója ill. luxatiója a bokavillából), a dinamikus rendszer gyengeségéből (peroneus izomerő csökkenése) vagy proprioceptív zavarból. A proprioceptív reflex az afferens oldalon – a perifériás idegek sérülésén kívül – mind a statikus, mind a dinamikus rendszerek sérüléséből eredően károsodhat, amikor az adott rendszer mechanoreceptorai nem képeznek afferens ingert.<sup>49-51</sup> A motoros válasz azonban csak a dinamikus rendszeren át valósul meg, a reflexkör efferens oldala a statikus rendszert nem érinti.<sup>9,11,46,49-53</sup> (6. ábra)



**5. ábra.** A felső ugróízületi instabilitás lehetséges okai. Míg a peroneus-izomgyengeség a dinamikus, addig mechanikus instabilitás a statikus stabilizátorok oldalán jelentkezik. A proprioceptív zavar mindkét rendszeren keresztül érvényesülhet. A sötétebb árnyalat a funkcionális instabilitás kialakulásának nagyobb valószínűségét jelzi.

A felsorolt három kiváltó ok (mechanikus instabilitás, peroneus-izomerő csökkenése ill. proprioceptív zavar) természetesen kombinálva is előfordulhat, de elég lehet akár egyetlen is a három ok közül a funkcionális instabilitás kialakulásához.



**6. ábra.** A statikus és dinamikus stabilizátorok szerepe a bokatáji propriocepcióban.

A szupinációs bokaszalag-sérülés ill. a krónikus laterális felső ugróízületi instabilitás a fentiek analógiájára statikus és dinamikus módszerekkel kezelhető ill. előzhető meg. A statikus módszerek alatt különböző külső rögzítő eljárások (ortézisek ill. ragasztás) értendők, melyek a mechanikus stabilitást javítják. Míg a merev, ún. rigid ortézisek szerepe az ízület műtét vagy friss trauma utáni védelme a még fiziológiai határok közé eső, de adott időpontban káros mechanikai hatásoktól, addig a félmerev (szemi-rigid) és lágy rögzítőket, mint preventív eszközöket használják elsősorban.<sup>54-62</sup> Míg a félmerev ortézisek engedik az extenziós-flexiós mozgást a felső ugróízületben, de a boka pro- és szupinációs mozgásait korlátozzák, a sportban rendszerint alkalmazott lágy ortézisek és a ragasztás (taping) csak az ízület kóros túlmozgásait akadályozzák.<sup>56-59,63-66</sup>

A külső rögzítések preventív hatását epidemiológiai módszerekkel már korábban egyértelműen kimutatták.<sup>54,58,61,62</sup> E hatás mechanizmusa azonban nemcsak a nyilvánvaló mechanikai határból adódik, hanem a propiocepciónak a rögzítés (leginkább ragasztás) viselése alatt kimutatható javulásából.<sup>6,46,58,65,67-69</sup> Ez a pozitív propioceptív hatás azonban a félmerev ortéziseknél már kevésbé kifejezett, sőt egyes szerzők szerint az ortézis által limitált mozgástartomány, tehát a motoros válasz korlátozása miatt kifejezetten negatívvá válik.<sup>70-71</sup> Hosszú távon a rögzítések alkalmazása azonban a peroneus-izomerő és a propioceptív motoros válasz gyengüléséhez vezet.<sup>57,59,69</sup>

Ashton-Miller különböző rögzítőkkal folytatott vizsgálatai során már arra a következtetésre jutott, hogy a szupinációs sérülés elleni legjobb védelmet a teljesen aktivált és erős peroneus izmok nyújtják.<sup>71</sup> Ehhez értelemszerűen a dinamikus rendszert kell fejleszteni egyrészt a peroneus izmok erősítése, másrészt a propioceptív reflex facilitációja révén. Feltételezhető egyben az is, hogy a statikus rendszer sérülését követően ép dinamikus stabilizátorok mellett kialakult funkcionális felső ugróízületi instabilitás a propioceptív rendszer kondicionálásával kezelhető, azaz a további szupinációs sérülések megelőzhetőek.

Ezzel a céllal többen is kifejlesztettek speciális neurofacilitációs tréningeket, melyek alapjukban véve egymáshoz nagyon hasonlóak: Teljes testsúlyterhelés mellett, egy vagy két lábon, állva vagy dinamikus, vizuális kontroll mellett vagy anélkül (szem nyitva vagy csukva), fokozatosan egyre instabilabb felületeken, esetleg a figyelem



megosztásával végeznek gyakorlatokat. <sup>72-78</sup> Nyilvánvalóan egy ilyen tréning során egyúttal az igénybe vett izomcsoportok, így a peroneusok is erősödnek. A tréningnek bár az egyensúly megtartására vonatkozólag már kimutatták pozitív hatását, <sup>79-87</sup> befolyását az ízületi pozícióérzésre (sem a térd, sem a boka vonatkozásában) eddig nem tudták bizonyítani. <sup>85</sup> Mégis e módszernek világszerte elterjedt neve proprioceptív tréning lett. De mi is az a propriocepció és milyen módon vizsgálható?

A propriocepció – Sherrington első, 1906-os megfogalmazása szerint<sup>88</sup> – a mozgató szervrendszer helyzetének és mozgásának érzékelésével kapcsolatos fogalom. A szükséges ingerület az ízületekben, izmokban, inakban és a bőrben elhelyezkedő perifériás mechanoreceptorokban keletkezik. A proprioceptív szenzoros funkció több és többféle receptorok szimultán stimulációjától függ. Az afferens idegek által közvetített ingerületek a központi idegrendszer több szintjén kerülnek feldolgozásra.<sup>89</sup>

A központi idegrendszer feladata az afferens jelek integrációja, és ezáltal egyrészt az akaratlagos mozgást irányító motoros parancsok szabályozása a jobb motoros teljesítmény elérése érdekében, másrészt az ízületi stabilitáshoz hozzájáruló nem akaratlagos motoros válaszok kiváltása. Ezt az egész, a központi idegrendszer által irányított komplex funkciót nevezzük szenzomotoros kontrollnak. Bár erre a folyamatra vizuális és vestibuláris ingerek szintén egyértelműen hatnak, ortopédiai szempontból mégis jelentősebb a perifériás mechanoreceptorok (proprioceptorok) szerepe.<sup>89</sup>

A boka szenzomotoros kontrollja több módon mérhető, és értelemszerűen az egyes módszerek e komplex funkció más és más aspektusairól adnak információt.<sup>53,90</sup>

- A *neuromuszkuláris funkció mérésére* több, egymástól eltérő módszer ismert (reakcióidő-mérése EMG segítségével, erőmérés dinamométerrel vagy erőmérő platón).
- A *funkcionális tesztek*, mint pl. az egylábos hop-teszt az unilaterális motoros funkciót vizsgálják.
- A *stabilometria* szintén nem maga a propriocepció, hanem az egyensúly vizsgálatát jelenti. A klinikai gyakorlatban elterjedt egyszerű szubjektív tesztek (Romberg-teszt, egylábos egyensúly-tesztek) helyett kutatási célokra objektív mérési módszerként számítógépekkel közvetlenül összekötött erő- vagy billenőplatókat alkalmaznak.

- A *kinesztézia* a mozgás érzékelését jelenti, vizsgálatainak célja pedig az érzékelési küszöb meghatározása, jellemzően pontosan kontrollált lassú mozgás mellett igen érzékeny szenzorokkal.
- Az *ízületi pozícióérzés vizsgálata* során az abszolút becslési hibát regisztrálják vagy az ízület egy előre létrehozott helyzetének aktív ismétlésével, vagy a tesztpozíciónak a vizsgálati alany által referenciák alapján történő becslésével.

A fentiek alapján arra a kérdésre, hogy az említett speciális fizioterápiás módszer valóban javítja-e a propiocepciót, az ízületi helyzetérzékelésre kifejtett hatásának vizsgálatával kerestük a választ krónikus funkcionális laterális felső ugróízületi instabilitásban szenvedő betegek egy csoportján. Egyben kerestük a vizsgálat folyamán azokat a bizonyítékokat, amelyek a terápiás mellett a preventív hatékonyságra is utalnak.

Ezt követően terveztük egy nagy rizikójú sportágban a neuromuszkuláris facilitációs tréning bevezetését, ahol az előző csoporttal azonos módszerekkel mértük a propioceptív szenzoros funkciót a módszer bevezetése előtt illetve hosszú távon. Így kerestük a preventív hatás mechanizmusát, mely hatást természetesen epidemiológiai módszerekkel is kontrolláltunk.

## **2. Célkitűzések**

Munkám során fő célkitűzéseim az alábbiak voltak:

1. A bokasérülések sportspecifikus incidenciájának meghatározása a nemzetközi irodalomban található és összehasonlítható epidemiológiai adatok alapján.
2. Az alsó végtagi neurofacilitációs tréning kedvező hatásának bizonyítása a boka proprioceptív szenzoros funkciójára rövid távú terápiás alkalmazás során.
3. Az alsó végtagi neurofacilitációs tréning kedvező hatásának bizonyítása a boka proprioceptív szenzoros funkciójára hosszú távú preventív alkalmazás során.
4. A tréning preventív alkalmazásával összefüggő bokasérülési epidemiológiai adatok rögzítése és a változások értékelése.

### **2.1 Hipotézisek**

1. A bokasérülések sportspecifikus incidenciája a nemzetközi irodalomban fellelhető összehasonlítható epidemiológiai adatok segítségével jól meghatározható, és a bokatáji sérülések a legmagasabb incidenciával a kontakt csapatsportok esetén figyelhetők meg.
2. Krónikus felső ugróízületi instabilitásban szenvedő fiatal sportolókon az alsó végtagi neurofacilitációs tréning 6 hetes terápiás alkalmazása kapcsán a boka proprioceptív szenzoros funkciójának javulása mellett a tréning proprioceptív szenzoros funkciót érintő preventív hatására utaló jelek is kimutathatók.
3. Az alsó végtagi neurofacilitációs tréning hosszú távú preventív alkalmazása során az 1. pont szerint meghatározott legnagyobb rizikójú sportágban a preventív hatás háttérében a boka proprioceptív szenzoros funkciójának javulása áll.
4. A 3. pontban leírt preventív hatás epidemiológiai bizonyítékként a legnagyobb rizikójú sportágban csökken a bokasérülések incidenciája.

## 2.2 Kérdésfelvetés

1. A bokasérülések sportspecifikus incidenciájának a nemzetközi irodalomban található epidemiológiai adatok alapján történő meghatározása során a következő kérdésekre kerestem választ:
  - a) Melyik incidencia-mutató milyen információt hordoz, és ez alapján melyik mutató a legalkalmasabb összehasonlító analízisre?
  - b) A sport- és bokaspecifikus adatokat közlő nemzetközi publikációk milyen arányban tartalmaznak egymással összehasonlítható epidemiológiai adatokat?
  - c) A nyert epidemiológiai adatok tükrében hogyan alakul a bokasérülések gyakoriságára vonatkozó sportági rangsor?
  - d) E sportági rangsor szerint statisztikailag bizonyítható-e, hogy a kontakt csapatsportokban a legnagyobb a bokasérülések veszélye?
  - e) Meghatározható-e egy, a kontakt csapatsportok jellegéből adódó incidenciátöbblet?
  
2. Az alsó végtagi neurofacilitációs tréning rövid távú terápiás hatását a boka proprioceptív szenzoros funkciójára krónikus felső ugróízületi instabilitásban szenvedő fiatal sportolókon vizsgáltuk. Az ennek során felvetődő kérdések közül a következők voltak jelen értekezés szempontjából relevánsak:
  - a) Van-e olyan izomcsoport, melynek proprioceptív szenzoros funkciója az ismétlődő szupinációs sérülések ellenére az egészséges kontrollokétól nem tér el?
  - b) Megfigyelhető-e a tréning rövid távú alkalmazása révén ezen izomcsoport proprioceptív szenzoros funkciójának javulása?
  - c) A tréning utáni proprioceptív szenzoros funkció ezen izmok esetén jobb-e az egészséges kontrollokéban megfigyelhetőnél?
  
3. Az alsó végtagi neurofacilitációs tréning hosszú távú preventív hatását a boka proprioceptív szenzoros funkciójára a nemzetközi irodalmi adatok alapján legnagyobb rizikójúnak talált sportág versenysportolóin vizsgáltuk. Ennek folyamán a következő kérdések merültek fel a tréning hatásmechanizmusára vonatkozóan:

- a) Javult-e a vizsgált sportolók bokáinak propioceptív szenzoros funkciója?
  - b) Van-e különbség domináns és nem domináns oldali bokák propioceptív szenzoros funkcióinak változása tekintetében?
  - c) Megfigyelhető-e a prevenció tréning előtt ill. után mért adatok tekintetében különbség egészséges, de korábban a propioceptív funkció javulását célzó edzésben ill. kezelésben nem részesült versenysportoló kontrolloknál mért értékekhez képest?
4. A preventív céllal bevezetett tréning bokasérülési epidemiológiai hatásaival kapcsolatban a következő kérdésekre kerestem választ:
- a) Csökkent-e a vizsgált populációban az akut bokatáji sérülések incidenciája a tréning bevezetése előtti értékekkel szemben?
  - b) A kapott eredmények összhangban vannak-e a nemzetközi irodalomban fellelhető adatokkal?

## 3. Módszerek

### 3.1 Bokasérülések epidemiológiai elemzése

A megelőzés van Mechelen által leírt elvei szerint (ld. Bevezetés) egy prevenció jellegű beavatkozás megtervezésekor alapvető feladat, hogy az adott probléma által érintett populációt az epidemiológia módszereivel minél pontosabban meghatározzuk, majd a prevenció módszer hatását e populáción azonos módszerekkel mérjük.<sup>30</sup>

Az Ifjúsági és Sportminisztérium adatbázisában munkatársaimmal áttekintettük a hazánkban működő sportszövetségek listáját. Ennek alapján elkészítettük 61 nemzetközileg ismert sportág felsorolását. (1. táblázat) Külön meg kell említeni a balett felvételét a listára, mely bár szoros értelemben véve nem sport, a boka ortopédiai és traumatológiai problémáira vonatkozólag azonban kiterjedt szakirodalommal rendelkezik, és igen elterjedt a baletthez hasonló mozgásformák sportszerű művelése.

A bokasérülésekre vonatkozó epidemiológiai adatokat tartalmazó szakirodalmi cikkeket a MEDLINE adatbázisából időbeli korlátozás nélkül, a keresés időpontjában

---

**1. táblázat.** A hazai sportági szövetségek listája alapján kialakított 61 sportágat tartalmazó lista.

<i>Aerobik</i>	<i>Alpesi sí</i>	<i>Amerikai futball</i>
<i>Asztalitenisz</i>	<i>Atlétika</i>	<i>Balett</i>
<i>Baseball</i>	<i>Birkózás</i>	<i>Búvársport</i>
<i>Curling</i>	<i>Cselgáncs</i>	<i>Ejtőernyő-sport</i>
<i>Erőemelés</i>	<i>Északi sí</i>	<i>Evezés</i>
<i>Fallabda</i>	<i>Floorball</i>	<i>Golf</i>
<i>Görkorcsolyázás</i>	<i>Gumiasztal / trambolin</i>	<i>Gyeplabda</i>
<i>Hegy- és sportmászás</i>	<i>Hegyi kerékpár / BMX</i>	<i>Hódeszkázás / snowboard</i>
<i>Íjászat</i>	<i>Jégkorong</i>	<i>Kajak-kenu</i>
<i>Karate</i>	<i>Kerékpározás</i>	<i>Kézilabdázás</i>
<i>Korcsolyázás</i>	<i>Korfball</i>	<i>Kosárlabdázás</i>
<i>Labdarúgás</i>	<i>Lovassport</i>	<i>Mezei futás</i>
<i>Műugró sport</i>	<i>Ökölvívás</i>	<i>Öttusa</i>
<i>Ritmikus sportgimnasztika</i>	<i>Rögbi</i>	<i>Röplabdázás</i>
<i>Softball</i>	<i>Sportlövészet</i>	<i>Súlyemelés</i>
<i>Szörfcsport</i>	<i>Taekwondo</i>	<i>Tájékozódási futás</i>
<i>Táncsport</i>	<i>Technikai sportok</i>	<i>Testépítés</i>
<i>Teke</i>	<i>Tenisz</i>	<i>Tollaslabdázás</i>
<i>Tornasport</i>	<i>Triatlon</i>	<i>Úszósport</i>
<i>Vitorlássport</i>	<i>Vívósport</i>	<i>Vízilabdázás</i>
<i>Vízisí</i>		

(2002.01.29.-02.02.) elérhető bejegyzések alapján kutattam. A keresési kritérium mindig az adott sportág angol neve (és szinonimái, pl.: atlétika esetén „track and field” és „athletics” is) és az „injury” valamint „ankle” kifejezések voltak. Az így listázottak közül az epidemiológiai számításokra alkalmas cikkek kiválogatására három körben került sor.

- Az első körben a PubMed-keresés eredményeiként kiadott kivonatok (absztraktok) átolvasása alapján válogattam ki azokat a cikkeket, amelyek boka- és sportspecifikus epidemiológiai adatokat tartalmazhattak, és számomra akkor teljes szövegű cikként (a Semmelweis Egyetem Központi könyvtárában ill. intézeteinek könyvtáraiban, vagy az Interneten) elérhetők voltak.
- A második körben a teljes szövegű cikkek átolvasása során kerestem sport- és bokaspecifikus epidemiológiai adatokat, ill. az ezekhez tartozó háttéradatokat (megfigyelési periódus, vizsgált kohort mérete, sportexpozíciós adatok, összes sérülés száma, bokasérülések száma). Kiesett tehát minden olyan publikáció a további feldolgozásból, amely nem tartalmazott egyszerre sport- és bokaspecifikus epidemiológiai adatokat. A további feldolgozásra alkalmas adatokat (a háttéradatokkal együtt) egy Microsoft Excel táblázatba vittem be sportágak szerint rendezve. Ekkor már az összes sérülések százalékában ill. az egy év alatt adott sportágban résztvevő 1000 főre eső sérülések számában kifejezett incidenciamutatók az általam összeállított MS-Excel adatbázisból a fent leírt képletek alapján számíthatóak voltak. Az 1000fő/évre vetített incidenciamutató esetén nyilvánvalóan csak azoknak a tanulmányoknak az eredményeivel végezhettem számításokat, amelyek nem csak a sérülést elszenvedő sportolókat, hanem kohortokat vizsgáltak.
- A válogatás harmadik körében kiválogattam azoknak a publikációknak az adatait, melyek sportexpozíció-alapú incidenciamutatókat tartalmaztak, vagy annak kiszámítását a korábban részletezett képlet szerint lehetővé tették (expozíciós időt közölték).

A válogatás harmadik köre után jutottam tehát a bokatáji sérülések egymással összehasonlítható sportspecifikus adataihoz. Mindhárom incidenciamutató alapján felállítottam egy sportágak közötti rangsort, de értelemszerűen az expozíciót is

figyelembe vevő incidenciamutatók alapján választottuk ki munkatársaimmal azt a sportágat, amelyben a sérülés-megelőzési programot és annak hatásait vizsgálni kívántuk.

Ugyanebből a rangsorból végeztem statisztikai számításokat arra vonatkozólag, hogy a kontakt csapatsportokban nagyobb-e a bokasérülések veszélye. A sportágak (főleg a kontakt csapatsportok) relatív alacsony száma miatt egy non-parametrikus tesztet, a Mann-Whitney-féle U-tesztet kellett alkalmaznom a statisztikai analízishez. A statisztikai számításokat a Statistica 6.0 program segítségével végeztem.

Az alsó végtagi neurofacilitációs tréning preventív hatását epidemiológiai módszerekkel is alá kívántam támasztani. Erre a vizsgálatban résztvevő sportolók sérülési és sportexpozíciós adatainak felhasználásával került sor, meghatározva a bokasérülések tréning bevezetése előtti és utáni expozíció-alapú incidenciáját. A tréning előtti adatokat retrospektíven rögzítettük a játékosok és az edzők kérdőíven rögzített nyilatkozatai alapján. A tréning bevezetésétől ezen adatok rögzítésére prospektív módon került sor.

Fontos megjegyezni, hogy vizsgálatunk elsősorban biomechanikai jellegű volt, ezért egy korrekt epidemiológiai vizsgálatához a megkérdezett és nyomon követett alanyok száma természetesen túl alacsony volt. Éppen ezért a nyert incidenciadatokat csupán a deskriptív statisztika eszközeivel elemeztem, a számításokat ez esetben is a Statistica 6.0 program segítségével végeztem.

### ***3.2 A boka proprioceptív szenzoros funkciójának vizsgálata***

A neurofacilitációs tréning hatását a boka proprioceptív szenzoros funkciójára három vizsgálati csoport: egy kontroll, és két intervenciós (egy terápiás és egy preventív) csoport segítségével kutattuk.

A *kontroll csoportot* 10 egészséges versenysportoló alkotta, akik az Országos Sportegészségügyi Intézetben (OSEI) általános vizsgálatra jelentkeztek, és a vizsgálatban történő részvételt önként vállalták. A bekerülési feltételek az alábbiak voltak:



- Részvétel versenyszintű vagy hivatásos, az alsó végtag teljes terhelésével járó sportban;
- 16 és 40 év közötti életkor;
- Negatív mozgásszervi, neurológiai és otológiai anamnézis ill. fizikális státusz;
- Azonos nemi arány (nő : férfi = 5 : 5).

A fentiek értelemszerű ellenkezőin kívül kizáró ok volt bármilyen korábbi olyan terápiában vagy tréningen való részvétel, mely kifejezetten az alsó végtagi propriocepció fejlesztésére irányult. A kontroll csoportban az első három kivételével minden alany csak egy vizsgálaton vett részt. Az első három vizsgálati alanynál a módszer megbízhatóságának igazolására a tesztet 24 órán belül megismételtük.

A neurofacilitációs tréning terápiás hatásait tíz, az OSEI Sportsebészeti Ambulanciáján jelentkező krónikus felső ugróízületi instabilitásban szenvedő fiatal páciensen vizsgáltuk (*terápiás csoport*). A tréninget az Intézetnek a vizsgálatban részt nem vevő hasonló betegek ugyanúgy végezték, a vizsgálatba való bekerülésnek terápiát megváltoztató vonzata tehát nem volt. A betegek bekerülése a vizsgálatba érkezésük szerint véletlenszerű és önkéntes volt, és nem függött a kezelő orvos személyétől sem. A bekerülési feltételek e csoportban az alábbiak voltak:

- Krónikus funkcionális felső ugróízületi instabilitás;
- Negatív felső ugróízületi natív radiológiai státusz;
- 16 és 40 év közötti életkor;
- Egészségesen rendszeres sportaktivitás;
- Anamnesztikusan és fizikális vizsgálattal ép ellenoldali boka.

A vizsgálatból az előzőek ellenkezőjének ill. a következő feltételek megvalósulása esetén a vizsgálati alanyt ki kellett zárni:

- Korábbi alsó végtagi törés vagy izomsérülés;
- Bokatáji műtét az anamnézisben;
- Aktuálisan ismert neurológiai vagy otológiai betegség;
- Az alsó vagy felső ugróízületek mozgásterjedelmének a beszűkülése vagy intraartikuláris elváltozások (ízületi szabad test, osteochondritis, stb.).

Tizenhat figyelembe vett és a vizsgálatot vállaló betegből 12-nél teljesültek a bekerülés feltételei. További két páciens fenti feltételek alapján történő kizárása után értük el az

előre meghatározott tízfős létszámot. Az egyenlő nemi megoszlás kívánatos, de nem szándékos volt.

A terápiás csoport alanyai az első mérést követően az OSEI tornacsarnokában az Intézet speciálisan kvalifikált gyógytornászainak irányítása alatt 6 héten át heti 3x45 percben végezték a neurofacilitációs tréninget a peroneus izomzat erősítésével együtt. Ezt követően egy héten belül elvégeztük a második mérést. Az utánvizsgálati idő tekintetében egyetlen kiugró adat (13,7 hét) igényel külön magyarázatot: e beteg a hathetes tréninget egyéb (a boka státuszát nem befolyásoló) körülmények miatt csak az első proprioceptív szenzoros vizsgálat után hét héttel tudta elkezdni. A két vizsgálat között a tíz alany esetében újabb bokasérülés nem fordult elő – ezek megelőzése érdekében tanácsunkra a vizsgálati idő alatt rendszeres sporttevékenységüket módosították vagy szüneteltették.

A neurofacilitációs tréning preventív hatását az epidemiológiai kutatásainknak megfelelően legnagyobb rizikójú sportágat űző kézilabdázókon vizsgáltuk.<sup>31</sup> A vizsgálat megkezdéséhez mindenek előtt szükség volt egy olyan klub támogatásának és együttműködésének megnyerésére, amelynek edzői és szakmai vezetői – az előzetes nemzetközi tapasztalatokra alapozva – sérülés-megelőző jelleggel be kívánták vezetni mindennapi munkájukba az általunk összeállított speciális gyakorlatokat. Több egyesület megkeresése után végül a székesfehérvári Cornexi-Alcoa Kézilabda Clubbal sikerült ezt az együttműködést kialakítanunk, ahol a preventív célzatú tréninget és a proprioceptív vizsgálatokat az NB1-ben szereplő felnőtt női csapatuknál vezettük be ill. végeztük el.

A bekerülési feltételek e csoportban az alábbiak szerint alakultak:

- Rendszeres sportaktivitás (élsportszintű kézilabda);
- 16 és 40 év közötti életkor;

A vizsgálatból történő kizárást vonta maga után a következő feltételek bármelyikének megvalósulása:

- Bokatáji műtét az anamnézisben;
- Aktuálisan ismert neurológiai vagy otológiai betegség;
- Az alsó vagy felső ugróizületek mozgásterjedelmének a beszűkülése vagy intraartikuláris elváltozások (ízületi szabad test, osteochondritis, stb.).

**2. táblázat.** Az alsó végtagi neurofacilitációs tréning három vizsgálati csoportjának alapadatai.

	<b>Kontroll csoport</b>	<b>Terápiás csoport</b>	<b>Prevenációs csoport.</b>
<b>N</b>	10	10	10
<b>Férfi</b>	5 (50%)	5 (50%)	0 (0%)
<b>Nő</b>	5 (50%)	5 (50%)	10 (100%)
<b>Jobb/bal dominancia</b>	7:3	5:5	9:1
<b>Életkor</b> (év, átl.±SD)	23,0±5,8	23,3±5,4	23,7±4,4
Minimum (év)	16,2	17,9	18,2
Maximum (év)	31,6	36,5	30,7
<b>Testmagasság</b> (cm, átl.±SD)	172,8±8,1	174,0±10,2	176,1±7,3
Minimum (cm)	163	159	165
Maximum (cm)	185	191	190
<b>Testtömeg</b> (kg, átl.±SD)	66,5±11,3	69,1±10,2	69,7±6,7
Minimum (kg)	56	52	60
Maximum (kg)	85	85	81
<b>BMI</b> (kg/m <sup>2</sup> , átl.±SD)	22,1±1,8	22,7±1,9	22,5±1,3
Minimum (kg/m <sup>2</sup> )	20,2	20,2	20,5
Maximum (kg/m <sup>2</sup> )	25,4	25,8	24,1

A klub vezetésével egyeztetve a csapat „gerincét” alkotó játékosok közül végül 12 felelt meg a fenti kritériumoknak. Közülük végül tíznél tudtuk másodszor is, a bevezetés előtti vizsgálathoz képest 20 hónappal később a boka proprioceptív szenzoros funkcióját vizsgálni. (Egy fő időközben befejezte pályafutását, ill. egy játékost eladtak.) Az így maradt 10 játékos alkotta vizsgálati sorozatunk *prevenációs csoportját*.

A prevenációs célú neurofacilitációs edzéselemeket az OSEI ugyanazon gyógytornászai vezették be, mint akik a terápiás csoportban az azonos tréninget felügyelték. A bevezetési időszakot követően a rendszeres edzésbe beépítve már a csapat edzői végeztették a játékosokkal a gyakorlatokat. A neurofacilitációs tréninget így módon a női kézilabdázók a felkészülési időszakban heti háromszor, versenyidőszakban heti kétszer végezték, alkalmanként 30 percig.

A három vizsgálati csoport alapadataiban – a kézilabdázók értelemszerű nemi eloszlásának kivételével – nem találtunk szignifikáns különbséget. Az oldaldominancia



**7. ábra.** Sportspecifikus elemekkel kiegészített alsó végtagi neurofacilitációs tréning kézilabdázóknál.

meghatározása labdába rúgás próbájával történt, ami a domináns láb ösztönszerű használatát eredményezi labdába rúgáskor. A három csoport alapadatait a 2. táblázat foglalja össze.

A terápiás ill. preventív csoportokban alkalmazott neurofacilitációs tréning módszereiben azonos, és követi a nemzetközi irodalomban le-

írtakat. A teljes testsúlyterhelés mellett végzett gyakorlatok lehetnek dinamikusak vagy statikusak. A gyakorlatok nehézsége fokozatosan növelhető aszerint, hogy milyen a talaj minősége (sima és kemény, vagy egyre puhább, egyenetlenebb), az alany egy vagy két lábon áll, helyzetét vizuálisan kontrollálja vagy sem (szem nyitva vagy csukva) ill. hogy figyelmét valamivel megosztják-e.<sup>72,74,77,81</sup> A kézilabdázók esetében ez utóbbi egyben sportspecifikus elemek beépítésének a lehetőségét is magában hordozza. (7. ábra)

A boka proprioceptív szenzoros funkcióját munkatársaimmal Robbins módszerével, az ún. „dobogó-tesztel” vizsgáltuk.<sup>68</sup> (8. ábra)

A teszt során 11 darab fából készült, 30x30cm-es négyzetes alapterületű különböző lejtésű dobogót alkalmaztunk. A fadobogók csúszásmentes gumiborítású (egyben jól fertőtleníthető) fedőlemezeinek lejtése 0 és 25 fok között változott, az egyes lejtési fokozatok között tehát pontosan 2,5° különbség volt. Az egyes dobogók forgatásával összesen négy irányban volt lehetőség a mérésre, irányonként 11 különböző meredekségű lejtőn. Az ízületi helyzetérzékelést tehát bokánként összesen 44 pozícióban mérhettük.

A vizsgálati sorozat megkezdése előtt a 44 lehetséges tesztpozíció sorrendjét randomizáltuk – az így meghatározott véletlenszerű sorrendet viszont minden alanynál azonosan alkalmaztuk. (ld. vizsgálati protokollt a Függelékben) A tanulási effektus kiküszöbölése érdekében a vizsgálat alatt, közben vagy után az alanyok nem láthatták a



**8. ábra.** A Robbins-féle dobogó-teszt

---

dobogókat, és mérés közben nem kaptak visszajelzést becsléseik pontosságát illetően. Referenciaként viszont minden 11 előre randomizált sorrendű dobogó-sorozat becslése előtt mind a négy lehetséges irányban bemutattunk három dobogót (meredekség:  $0^\circ$ ,  $12,5^\circ$  és  $25^\circ$ ).

A vizsgálati alanyok feladata egy adott lejtő irányának és meredekségének a becslése volt. Ehhez szabvány tornasámolyról álltak rá a dobogóra mezítláb, egy mozdulattal átlépve, teljes testsúllyal, nyújtott térdel, egy lábon és a vizuális kontroll kiküszöbölésével. Ez utóbbi úgy valósult meg, hogy az alanyok a vizsgálat alatt egy alul elsötétített szemüveget viseltek – ezáltal csak előre ill. felfelé tudtak nézni egy sima falfelületre, amire azonban egyensúlyvesztés esetén így biztosan tudtak támaszkodni. (Ez esetben az adott lejtő mérését természetesen megismételtük.) Becsülni 0-tól 15-ig terjedő fokozatokban lehetett, ami valójában  $0^\circ$ - $37,5^\circ$  közötti tartományoknak felelt meg – ezzel 12,5 foknyi túlbecslés lehetőségét engedve. Az alanyoknak a lejtési irányt egyértelműen mint „előre”, „hátra”, „befelé” vagy „kifelé” kellett meghatározniuk. Minden vizsgálati alannal közöltük, hogy egy bizonyos tesztpozíció egynél többször is előfordulhat. Valójában azonban a horizontális kivételével a vizsgálati pozíciók nem ismétlődtek, így minden lehetséges tesztpozíció egyszer lett becsülve.

A méréseket a kontroll és a terápiás csoportok esetében az Országos Sportegészségügyi Intézet (OSEI) Sportsebészeti Osztályának tornatermében végeztük, a prevenció csoport esetében pedig azonos körülmények között a Cornexi-Alcoa FKC székesfehérvári sportcsarnokában. Az átlagosan 20 percet igénybevevő vizsgálat előtt a vizsgálati alanyoknak a feladatot előre megfogalmazott és uniformizált néhány mondatban ismertettük – későbbi ismételt vizsgálat esetén ugyanazon alany részére a feladat ismertetését azonos módon megismételtük.

Egy alany egyszeri fent ismertett vizsgálati során bokánként 44, tehát összesen 88 becsléshez (adatponthoz) jutottunk. Az intervenció csoportokban minden alanyt kétszer mértünk, így ott csoportonként 1760 adatpont volt rögzíthető. A kontroll csoportnál egy mérés alatt további 880 becslés (+264 becslés a megbízhatósági vizsgálat céljából) került statisztikai feldolgozásra.

Az adatokat Microsoft Excel fájlokban rögzítettük, maga a statisztikai analízis a Statistica 6.0 program segítségével történt.

A Robbins-féle dobogó-teszt megbízhatóságát a kontroll csoport első három alanyának első ill. 24 órán belül megismételt második méréséből származó relatív becslési hibák ismétléses megbízhatósági analízisével vizsgáltam, a szignifikancia-szintet egyszempontú varianciaanalízis alapján határoztam meg.

Mint ahogy Robbins vizsgálatait<sup>68</sup> során, a mi esetünkben is a megbízhatósági vizsgálat kivételével két minta statisztikai összehasonlításához az abszolút becslési hibák, tehát az egyes lejtők fokban kifejezett becslés és valós meredeksége közötti különbség abszolút értékei szolgáltak alapul. (A megbízhatósági vizsgálatához használt relatív becslési hiba esetén lényeges a különbség előjele is!)

Mivel azonban egy személy különböző becslései nem tekinthetők egymástól teljesen független eseményeknek, ezért a statisztikai számításokat az egy személy egy ill. minden irányban rögzített abszolút becslési hibáinak átlagával, az átlagos abszolút becslési hibával (ÁABH) végeztem.

Az átlagos abszolút becslési hibának további előnye, hogy általa lehetőség nyílik eredményeink összehasonlítására más szerzők ill. korábbi azonos módszerű vizsgálatok eredményeivel. Az átlagolás miatt azonban egy nagyságrenddel csökkent az összehasonlítandó adatok mennyisége, ezért a további korrekt statisztikai analízishez

non-parametrikus módszereket kellett választanom. (A 40 vagy annál több adatot tartalmazó adathalmazok az eloszlási vizsgálat során az esetek többségében nem feleltek meg a normál eloszlásnak, így parametrikus tesztek nem lehetett alkalmaznom.)

Két egymástól függő változó összehasonlítására (így az átlagos abszolút becslési hiba longitudinális változásainak analízisére) a Wilcoxon-féle párosított vizsgálatot alkalmaztam. Két egymástól független változó non-parametrikus összehasonlítására a Mann-Whitney U-teszt szolgált. Az átlagos abszolút becslési hiba kettőnél több halmazának összehasonlítására Kruskal-Wallis non-parametrikus variancia-analízisével (Kruskal-Wallis ANOVA) került sor. (Egyéb, a statisztikai analízis során csak egy-egy esetben alkalmazott tesztek megnevezését ld. az adott eredmény leírásánál.)

A statisztikai szignifikancia-küszöböt  $p=0,05$  értéknél határoztam meg.

A vizsgálatokban résztvevők részletes tájékoztatást kaptak annak céljáról, lényegéről, a lehetséges kockázatról és aláírásukkal igazolták beleegyezésüket. A vizgálatsorozat lezárása után saját eredményeikről a vizsgálatban résztvevőket természetesen tájékoztattuk. A vizsgálatok a Helsinki Nyilatkozat követelményeinek megfeleltek és az OSEI Etikai Bizottság engedélyezte elvégzésüket.

## 4. Eredmények

### 4.1 Bokasérülések epidemiológiai eredményei a sportban

Az irodalmi kutatás első körében a MEDLINE adatbázisban talált kivonatok áttekintése során 119, további teljes szövegű cikk alapján történő feldolgozásra alkalmas bejegyzést találtam. Ezek a 61 keresett sportág közül (ld. 3. fejezet, 1. táblázat) azonban mindössze 35-ről (57,38%) adnak információt.

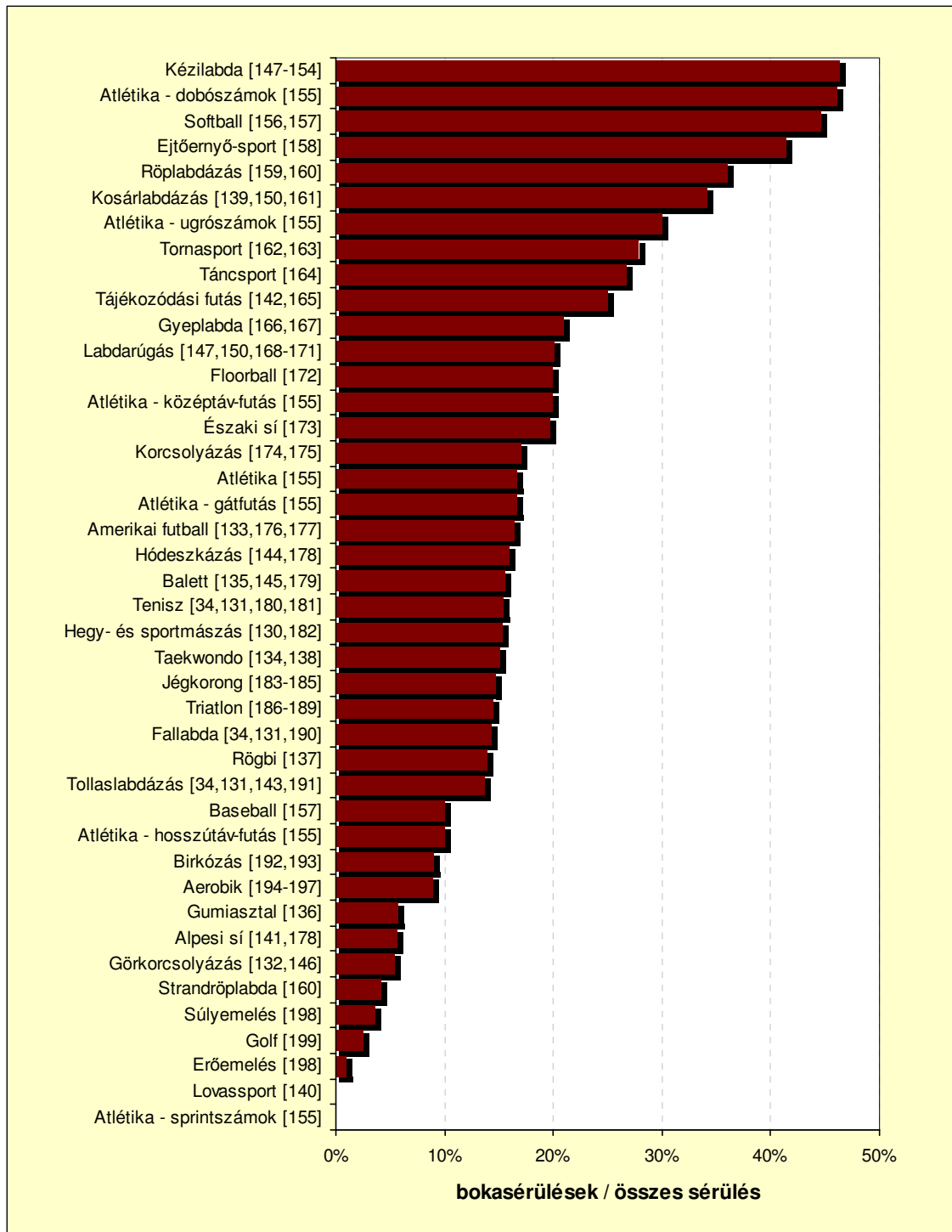
A kiválasztott 119 cikkből a második szelekció után 78 (65,55%) olyat találtam, amely alapján a három mutatónak legalább egyike szerint a bokasérülések sportspecifikus incidenciája kiszámítható. A második szelekció során kizárt 41 cikk kizárási okait a 3. táblázat részletezi. A harmadik szelekciós körben további 17 közlemény akadt fenn expozíciós adatok hiányában a rostán.<sup>130-146</sup> Ez az összes figyelembe vett cikk 14,28%-át, a második szelekciós kör után megmaradt cikkeknek pedig 21,79%-át teszi ki.

Már a második szelekció után kiszámítható volt – az abszolút sérülési rizikó összehasonlítására nem alkalmas – két incidenciamutató alapján a bokatáji sportsérülések sportspecifikus incidenciája. E két mutató alapján felállított sportági rangsorrendet mutatja a 9. és a 10. ábra.

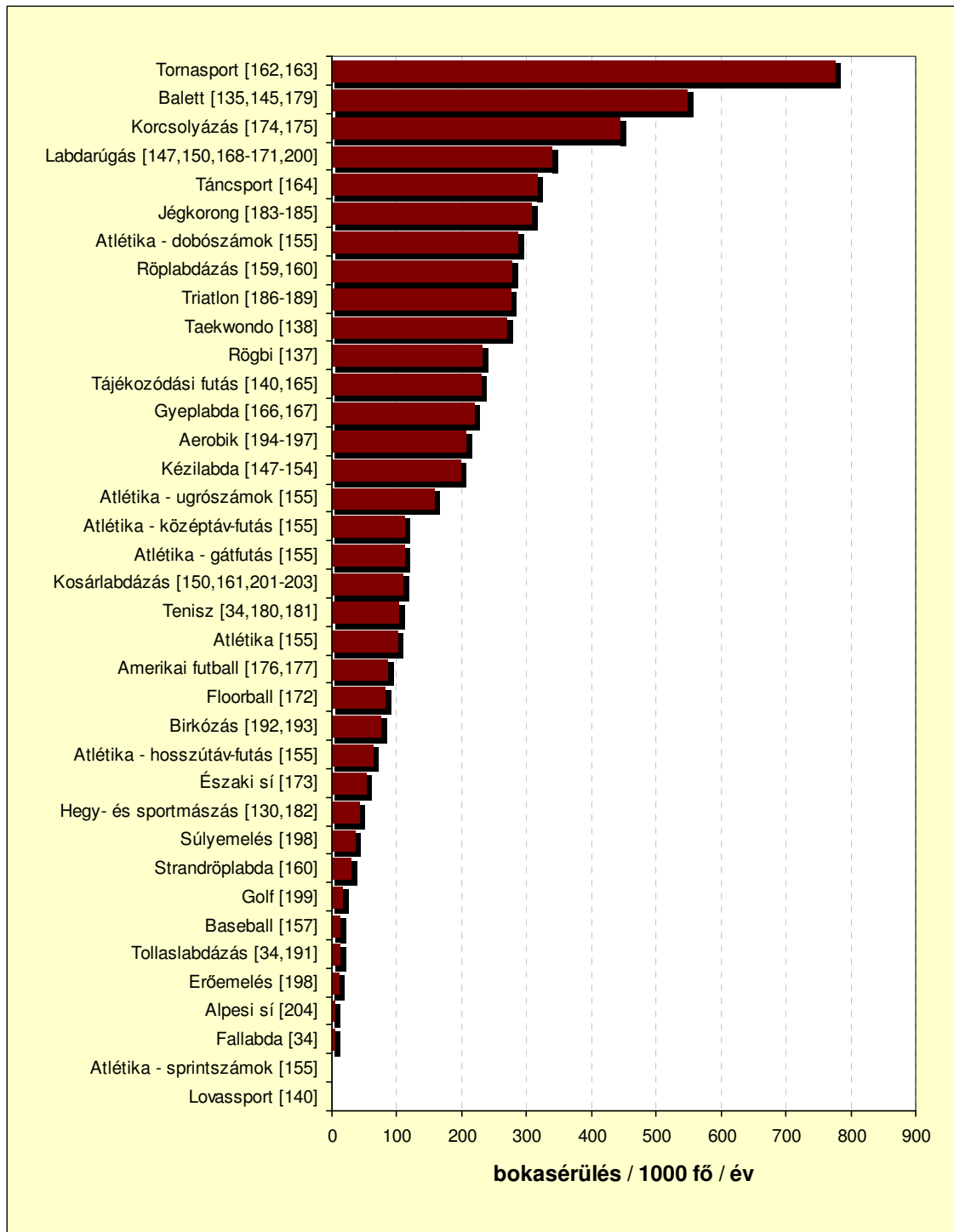
**3. táblázat.** A cikkszelekció második körében kizárt publikációk kizárási okai, a kizárt cikkek száma ill. százalékos aránya az összes teljes szövegűként feldolgozott cikkhez képest.

Kizárási ok	Kizárt publikációk		
	Hivatkozás	Mennyiség	
		db	%
Epidemiológiai adat hiánya	14,58,91-100	12	10,08%
Sportspecifikus adat hiánya	101-108	8	6,72%
Bokaspecifikus adat hiánya	109-115	7	5,88%
Más eredményeire utal részletes adatok nélkül	116-119	4	3,36%
Rendhagyóan definiálja a sportsérülés fogalmát	123-126	4	3,36%
Másik kiválasztott cikk eredményeire utal	120-122	3	2,52%
Nemzetközileg nem ismert sportot ír csak le	127-129	3	2,52%
<b>Összesen</b>		<b>41</b>	<b>34,45%</b>





**9. ábra.** Bokasérülések sportspecifikus incidenciája adott sportágban regisztrált összes sérülés a százalékában. (Szögletes zárójelben az adat alapjául szolgáló közlemény hivatkozási száma.)



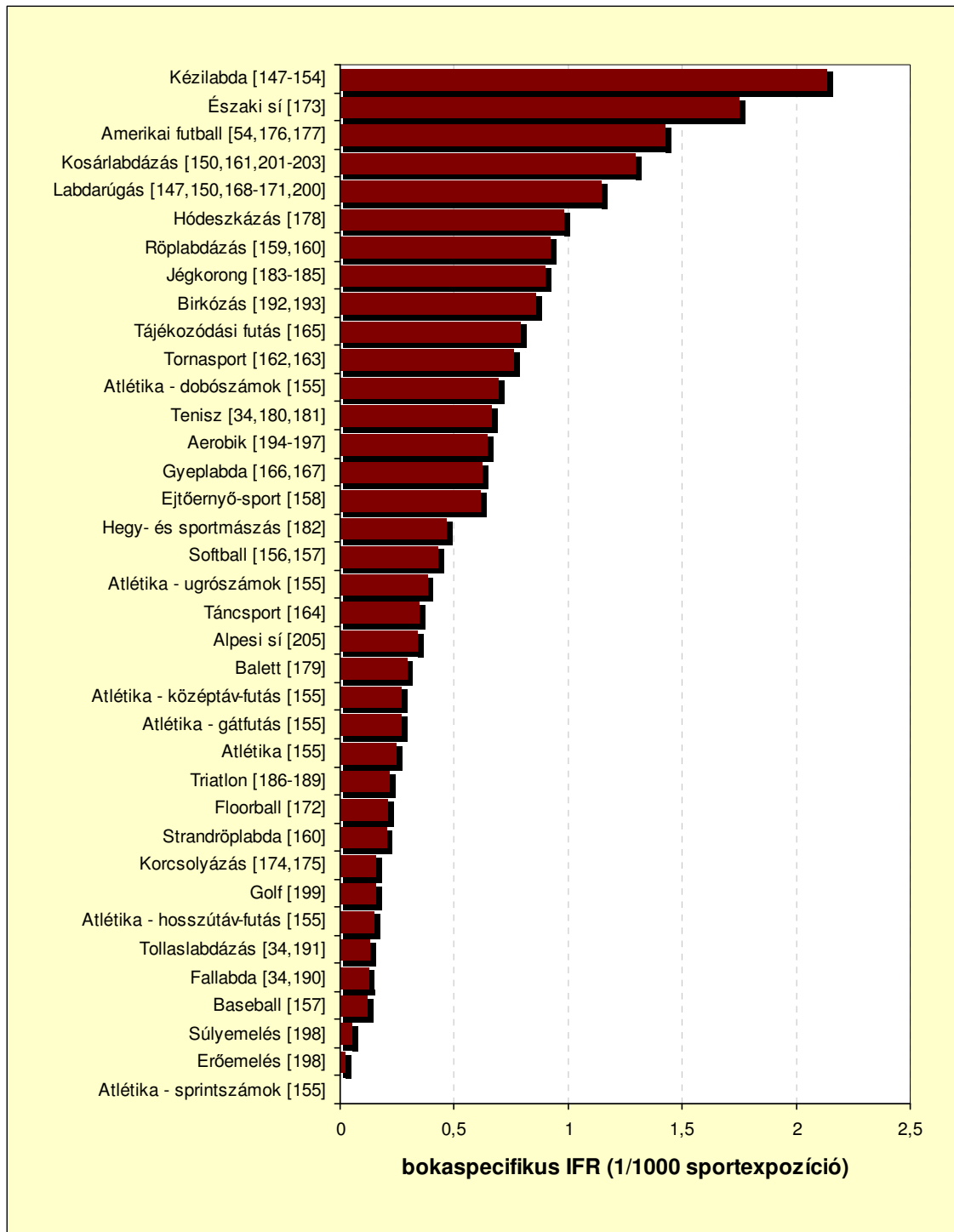
**10. ábra.** Bokasérülések sportspecifikus incidenciája: adott sportágban regisztrált bokasérülések egy éven át résztvevő 1000 sportolónál. (Szögletes zárójelben az adat alapjául szolgáló közlemény hivatkozási száma.)

Az adott sportban mérhető összes sérülések arányában a bokasérülések incidenciája – 72 kiválasztott cikk alapján – a keresett 61-ből 35 (57,38%) sportágban határozható meg. E mutató szerint a kézilabda áll a rangsor élén – nyolc cikk adatainak összevetése alapján a kézilabdázók sérüléseinek 46,37%-a a bokaízületet érinti. Kontakt csapatsportok esetén a sérüléseknek szignifikánsan nagyobb hányadát teszik ki a boka sérülései (24,74%±11,35%; N=9), mint az egyéb sportágakban (15,67%±12,25%; N=32) (Mann-Whitney U-teszt: p=0,0243). Megjegyzendő, hogy az adatok feldolgozása során lehetőség nyílt az atlétika 6 különböző ágának differenciált jellemzésére, ill. az irodalmi adatok alapján indokolttá vált a röplabdázás és a strandröplabda elkülönítése. A továbbiakban is külön kerülnek e sportágak tárgyalásra.

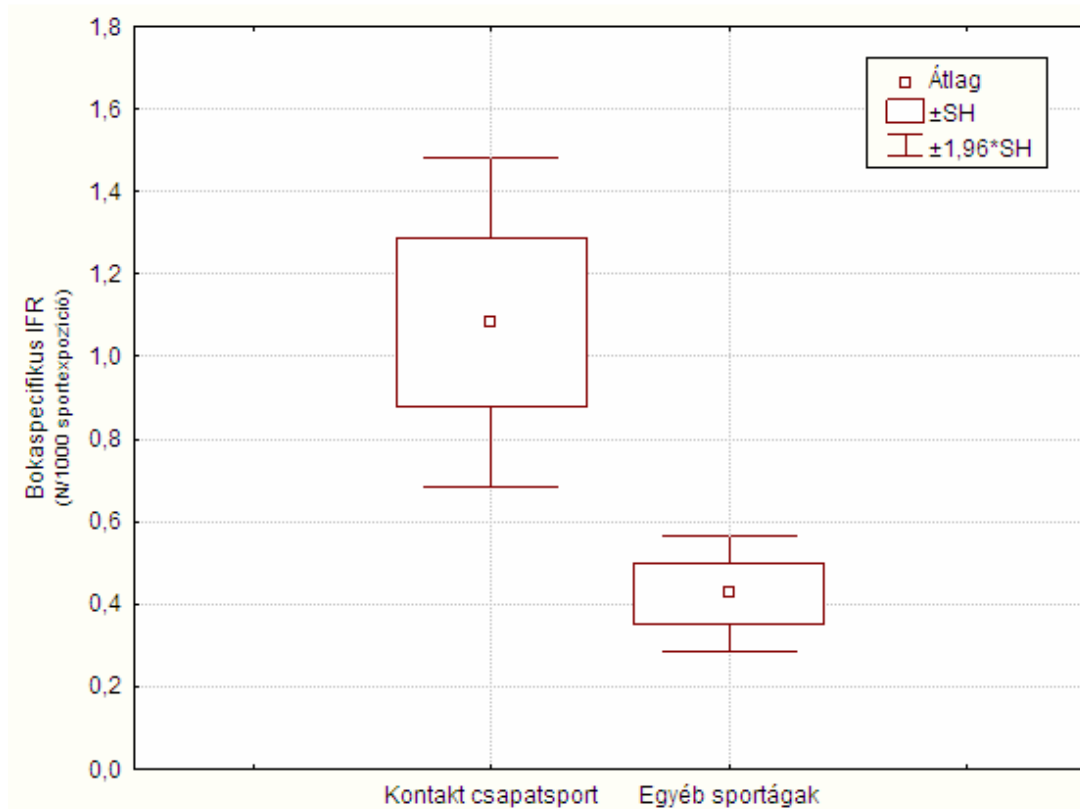
Az egy év alatt ezer sportolóra jutó bokasérülések számát kifejező incidenciamutatót a 61 eredetileg keresett sportág közül mindössze 30 (49,18%) esetén lehetett a fellelhető adatokból (63 cikk) kiszámítani. A sportágak sorrendje itt már más képet mutat: A tornasport áll az első helyen 774,9 sérülés/fő/évvel, majd a balett és a korcsolyázás követi. A legmagasabb incidenciát a kontakt csapatsportok közül e mutató szerint a negyedik helyen álló labdarúgás esetén jegyezzük (339,3 sérülés/fő/év). Bár a kilenc kontakt csapatsport esetén e tekintetben is magasabb az incidenciamutató (205,92±95,78, N=9), mint a többi sportágban (155,27±191,31; N=27), a különbség azonban nem szignifikáns (Mann-Whitney U-teszt: p=0,0827).

Az eredetileg kiválasztott 119 cikkből mindössze 61 (51,26%) felelt meg az összes kiválasztási kritériumnak. Ezek alapján az előre összeállított sportági lista 61 sportága közül harminc (49,18%) esetén tudtam meghatározni a bokasérülések sportexpozíció-alapú incidenciáját (IFR). (11. ábra)

E listán az első helyen a kézilabda áll (2,14 bokasérülés/1000 sportexpozíció), majd ezt a 8. helyig további öt kontakt csapatsport (amerikai futball, kosárlabdázás, labdarúgás, röplabdázás és jégkorong) követi. A bokasérülések sportspecifikus IFR-je ezen sportágak esetén (1,08±0,57/1000 sportexpozíció; N=8) az egyéb sportokhoz képest (0,43±0,38/1000 sportexpozíció; N=28) szignifikánsan magasabb (Mann-Whitney U-teszt: p=0,0026). (12. ábra)



**11. ábra.** Bokasérülések sportspecifikus sportexpozíció-alapú incidenciája. (Szögletes zárójelben az adat alapjául szolgáló közlemény hivatkozási száma.)



**12. ábra.** Bokasérülések sportexpozíció-alapú incidenciája: kontakt csapatsportok összehasonlítása egyéb sportágakban regisztrált értékekkel.

## 4.2 A boka proprioceptív szenzoros funkciójának vizsgálati eredményei

### 4.2.1 A kontroll csoport eredményei

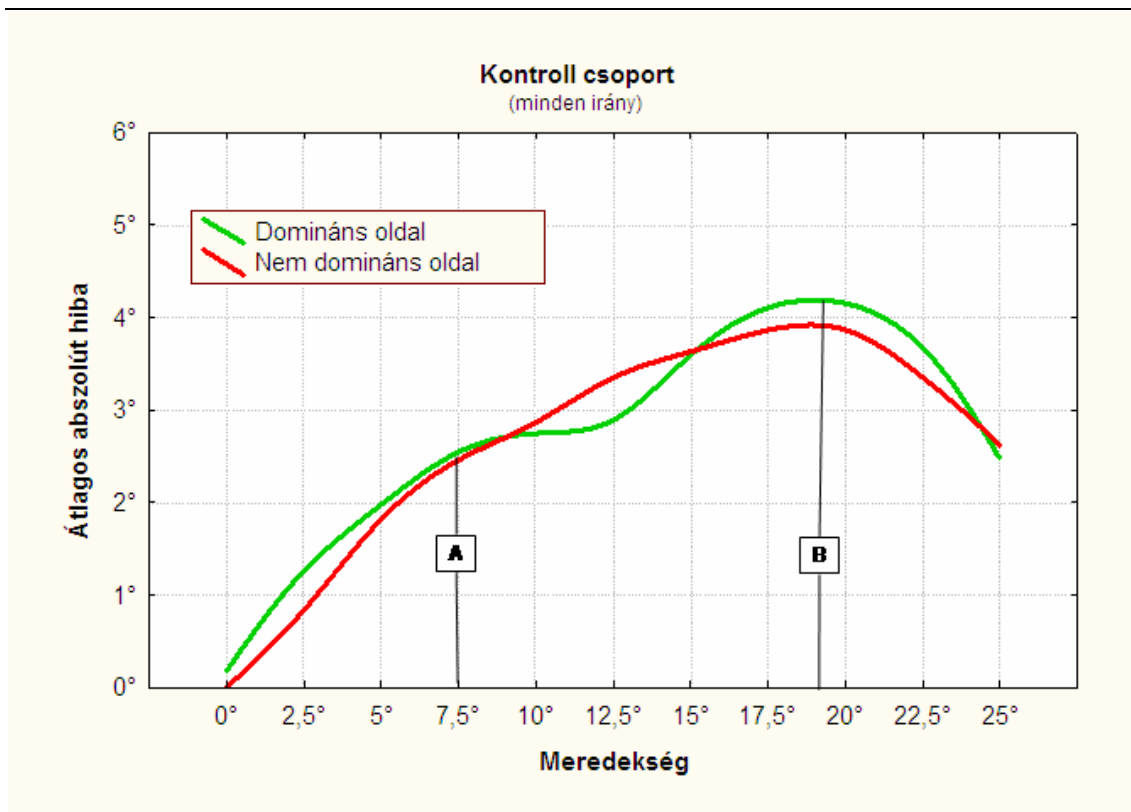
A kontroll csoport eredményei alapvető fontossággal bírnak kutatási eredményeim további értelmezésében és a mért adatok további analízisében. Ez nem csak önmagában a csoport által szolgáltatott referencia-adatok miatt van így, hanem azért is, mert a tíz egészséges fiatal sportoló alkotta kontroll csoport alapján határoztuk meg a Robbins-féle dobogó-teszt karakterisztikáját.

A kontroll csoport eredményeinek statisztikai analízise során első lépésben a domináns és nem domináns bokák proprioceptív szenzoros funkcióját hasonlítottuk össze. Mint az a 4. táblázatból kiolvasható, sem irányonként, sem a négy irányt együttevén nem találtunk szignifikáns különbséget e tekintetben. Grafikusan ábrázolva a domináns és nem domináns oldalakon mért átlagos abszolút becslési hibákat (ÁABH) a dobogók lejtési szögének függvényében (13. ábra) bizonyos szabályszerűségeket vehetünk észre.

**4. táblázat.** Domináns és nem domináns oldalak összehasonlítása a kontroll csoportban, teljes szögterületben (0°-25°) (Wilcoxon párosított teszt )

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		p
	Domináns oldal (N=10)	Nem domináns oldal (N=10)	
Be	2,74° ± 0,73°	2,71° ± 0,94°	0,6756
Ki	2,88° ± 1,10°	2,41° ± 0,60°	0,4021
Előre	2,42° ± 0,98°	2,30° ± 0,83°	1,0000
Hátra	2,88° ± 0,76°	3,01° ± 0,92°	0,9695
<b>Minden irány</b>	2,73° ± 0,89°	2,61° ± 0,85°	0,4107

A görbe első meredeken emelkedő szakasza kb. 7,5°-nál „megtörik” (A), majd ezután kb. 20°-ig mérsékeltebben emelkedik. Ezt követően a mérési határig (25°) süllyed. A domináns és nem domináns oldalak görbéi az első (A) töréspontig gyakorlatilag együtt haladnak, és csak efelett térnek el egymástól. Ennek az első szakasznak a figyelembe vétele a mérési adatok statisztikai feldolgozásakor a valós különbségek statisztikai eredményekben való kifejeződésének az elmosódását okozhatja. Ez azzal bizonyítható,



**13. ábra.** Az átlagos abszolút becslési hiba görbéjének karakterisztikája a kontroll csoport domináns és nem domináns oldali eredményein szemlélítve. (Részletes magyarázatot ld. a szövegben.)

**5. táblázat.** Korreláció a kontroll csoport domináns és nem domináns oldalainak proprioceptív szenzoros eredményei között különböző szögtartományokban.

Szögtartomány	0°-25°	2,5°-25°	5°-25°	7,5°-25°	10°-25°	12,5°-25°
<b>Spearman R</b>	0,8558	0,8073	0,7342	0,6182	0,6422	0,6471
<b>p</b>	0,0008*	0,0047*	0,0243*	0,1023	0,1199	0,1649

\*Szignifikáns korreláció (Spearman rangsorrend korreláció)

hogyan az egyes lejtési szögekhez tartozó átlagos abszolút becslési hibák a domináns és nem domináns oldalak között a teljes mért lejtésszög-tartomány figyelembevételkor szignifikáns korrelációt mutatnak. E korreláció a figyelembe vett szögtartomány alsó határának emelésével egyre kevésbé lesz szignifikáns. Ha a szögtartomány alsó határát 7,5°-ra vagy magasabbra emeljük, a korreláció szignifikanciája megszűnik. (5. táblázat) A karakterisztikus görbe első emelkedő szakaszának torzító hatását kiküszöbölendő a további statisztikai analíziseket már a lejtőknek a szűkített, 7,5°-25° szögtartományában végeztem.

A domináns és nem domináns oldalak átlagos abszolút becslési hibái azonban a szűkített szögtartományban sem mutatnak – sem irányonként, sem minden irányt összesítve – szignifikáns különbségeket. (6. táblázat)

**6. táblázat.** Domináns és nem domináns oldalak összehasonlítása a kontroll csoportban, szűkített szögtartományban (7,5°-25°) (Wilcoxon párosított teszt)

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		P
	Domináns oldal (N=10)	Nem domináns oldal (N=10)	
<b>Be</b>	3,31° ± 0,90°	3,38° ± 1,17°	0,8336
<b>Ki</b>	3,56° ± 1,51°	3,03° ± 0,82°	0,2604
<b>Előre</b>	2,97° ± 1,35°	2,81° ± 0,94°	0,6465
<b>Hátra</b>	3,44° ± 1,21°	3,81° ± 1,23°	0,6356
<b>Minden irány</b>	3,32° ± 1,23°	3,26° ± 1,08°	0,6318

Sem irányonként, sem az összes irányt együttesen nem lehetett a két nem között az ízületi pozícióérzés szempontjából a kontroll csoportban szignifikáns különbségeket kimutatni (Mann-Whitney U-teszt:  $p_{be}=0,8206$ ;  $p_{ki}=0,8206$ ;  $p_{előre}=0,4247$ ;  $p_{hátra}=0,1620$ ). Minden irányt együttesen vizsgálva az átlagos abszolút becslési hiba férfiaknál  $3,23^\circ \pm 1,34^\circ$ , nőknél  $3,34^\circ \pm 0,94^\circ$  volt (Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,4529$ ).

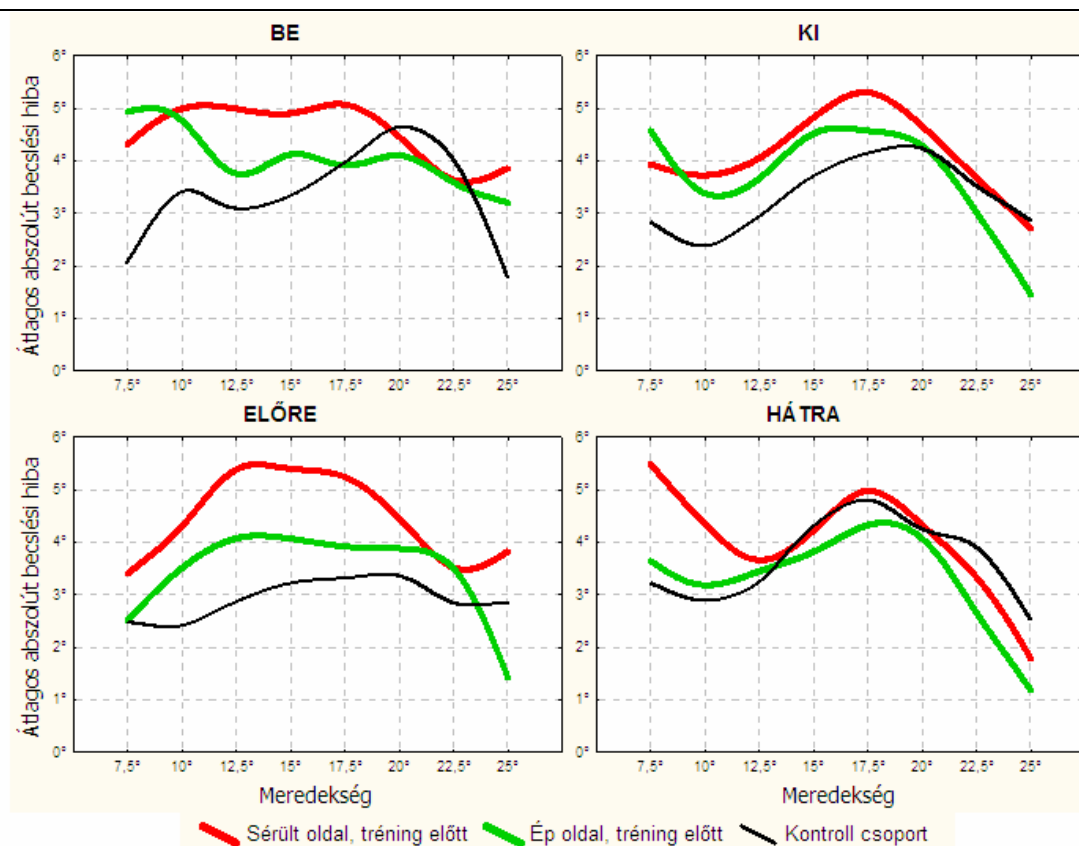
A fenti eredmények alapján a kontroll csoportban a bokaízületi pozícióérzés oldaldominanciától és nemtől független. Ezért a továbbiakban a kontroll csoport eredményeit nemek és oldaldominancia szerinti bontva már nem, hanem csupán egységesen, a 20 vizsgált boka összességében vettem viszonyítási alapul.

A teszt-reteszt megbízhatósági vizsgálat minden egyes irányban ill. mind a négy irányt együttevén magas felezéses megbízhatóságot (split-half reliability) igazolt. [Med=0,90; Lat=0,93; Ant=0,91; Post=0,91 – Mind a négy irányban együtt = 0,92 (p=0,0013)]

## 4.2.2 A terápiás csoport eredményei

### 4.2.2.1 *Tréning előtti adatok*

A 6 hetes neurofacilitációs tréningprogram megkezdése előtt a terápiás csoport ép és sérült valamint a kontroll csoport bokáinak proprioceptív szenzoros funkcióinak (7,5°-25° szögtartományban ábrázolt) karakterisztikáját szemlélteti a 14. ábra.



**14. ábra.** A terápiás csoport sérült és ép valamint a kontroll csoport eredményeinek irányonkénti grafikus összehasonlítása a neurofacilitációs tréningprogram megkezdése előtt.



Mint a 14. ábráról leolvasható, a sérült bokák proprioceptív szenzoros funkciója a tréning előtt a négy irányt együttesen tekintve és minden irányban egyenként is szignifikánsan rosszabb volt, mint a kontroll csoporté. Ez alól egyedül a hátsó irány jelentett kivételt. A számadatokat a 7. táblázat tartalmazza.

**7. táblázat.** Funkcionálisan instabil bokák és egészséges kontrollok proprioceptív szenzoros funkciójának összehasonlítása a neurofacilitációs tréningprogram megkezdése előtt.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		p
	Terápiás csoport, sérült oldal (N=10)	Kontroll csoport (N=20)	
<b>Be</b>	4,50° ± 1,14°	3,34° ± 1,01°	0,0115*
<b>Ki</b>	4,06° ± 0,97°	3,30° ± 1,21°	0,0240*
<b>Előre</b>	4,38° ± 1,31°	2,89° ± 1,14°	0,0077*
<b>Hátra</b>	4,00° ± 1,22°	3,63° ± 1,20°	0,5069
<b>Minden irány</b>	4,23° ± 1,14°	3,29° ± 1,15°	<0,0001*

\*Szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

Az ép ellenoldalakhoz viszonyítva a tréning előtt a funkcionálisan instabil bokákon szintén magasabb átlagos abszolút becslési hibákat regisztráltunk. Ez a különbség azonban csak a négy irányt együttesen vizsgálva volt szignifikáns (ÁABH<sub>sérült</sub>=4,23°±1,14°; ÁABH<sub>ép</sub>=3,59°±1,36°; Wilcoxon párosított teszt: p=0,0131).

Az ép ellenoldal és az egészséges kontrollok viszonylatában nem találtunk szignifikáns különbségeket. A tréning csoport ép és sérült oldalainak együttes eredményét a kontroll csoporttal összehasonlítva a 8. táblázat mutatja.

**8. táblázat.** A terápiás csoport összesített és egészséges kontrollok proprioceptív szenzoros funkciójának összehasonlítása a neurofacilitációs tréningprogram megkezdése előtt.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		p
	Terápiás csoport (N=20)	Kontroll csoport (N=20)	
<b>Be</b>	4,28° ± 1,42°	3,34° ± 1,01°	0,0207*
<b>Ki</b>	3,84° ± 1,23°	3,30° ± 1,21°	0,0837
<b>Előre</b>	3,89° ± 1,34°	2,89° ± 1,14°	0,0294*
<b>Hátra</b>	3,63° ± 1,18°	3,63° ± 1,20°	0,9246
<b>Minden irány</b>	3,91° ± 1,29°	3,29° ± 1,15°	0,0019*

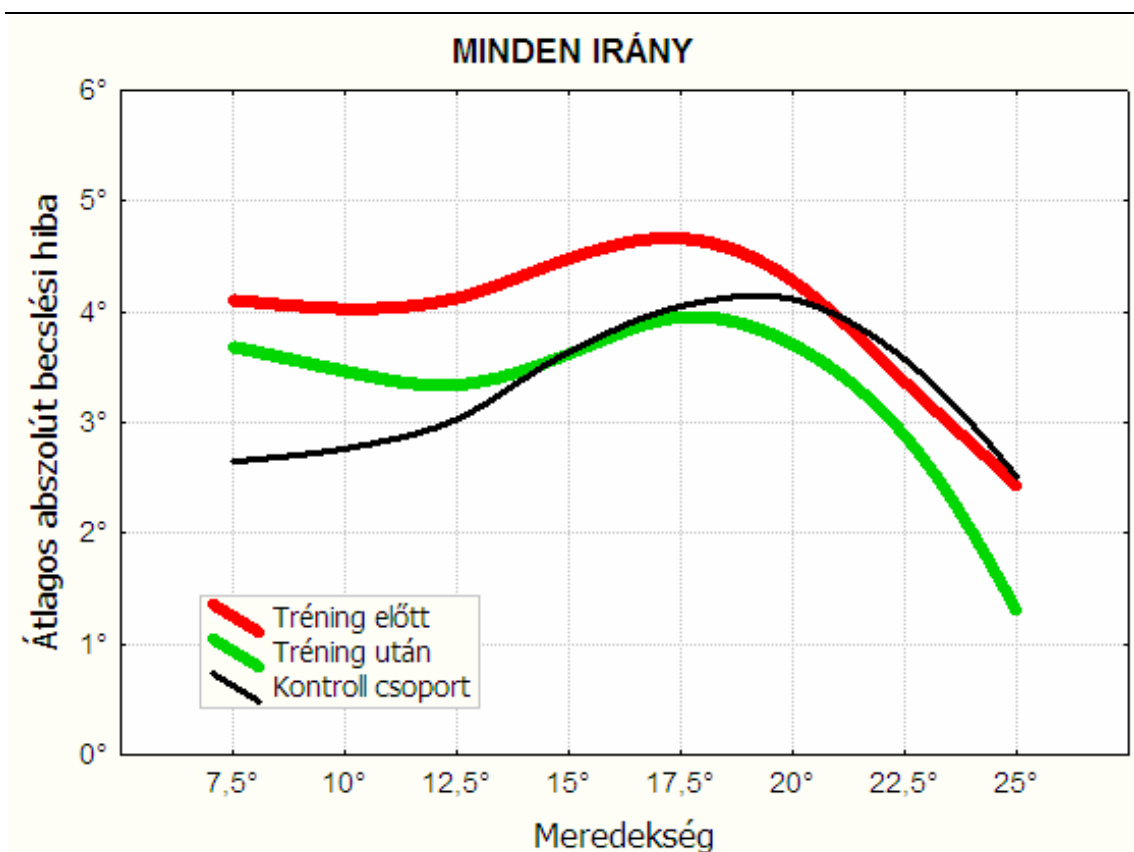
\*Szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

A négy irányt együttevén az átlagos abszolút becslési hiba a tréning csoport funkcionálisan instabil bokáin szignifikánsan nagyobb volt, mint az egészséges oldalon ill. a kontrollok esetén ( $\bar{A}ABH_{\text{sérült}}=4,23^{\circ}\pm 1,14^{\circ}$ ;  $\bar{A}ABH_{\text{ép}}=3,59^{\circ}\pm 1,36^{\circ}$ ;  $\bar{A}ABH_{\text{kontroll}}=3,29^{\circ}\pm 1,15^{\circ}$ ; Kruskal-Wallis ANOVA:  $p=0,0002$ ).

#### 4.2.2.2 *Tréning utáni eredmények – irányoktól függetlenül*

A 6 hetes neurofacilitációs tréning lezárásával az első méréshez viszonyítva átlag  $7,43\pm 2,33$  hetes utánkövetési idővel végeztük el a terápiás csoportban a dobogó-tesztet másodszorra.

Általánosságban a sérült és ép oldalak proprioceptív szenzoros funkciója – mind a négy irányt egyszerre figyelembe véve – szignifikánsan javult. A kontroll csoporthoz képest a tréning előtt még szignifikánsan nagyobb átlagos abszolút becslési hiba a kontrollok szintjére csökkent. (9. táblázat és 15. ábra)



**15. ábra.** A terápiás csoport tréning előtti és utáni valamint a kontroll csoport eredményinek grafikus összehasonlítása.

**9. táblázat.** A terápiás csoport tréning előtti és utáni, irányoktól független eredményeinek összehasonlítása egymással ill. a kontroll csoporttal.

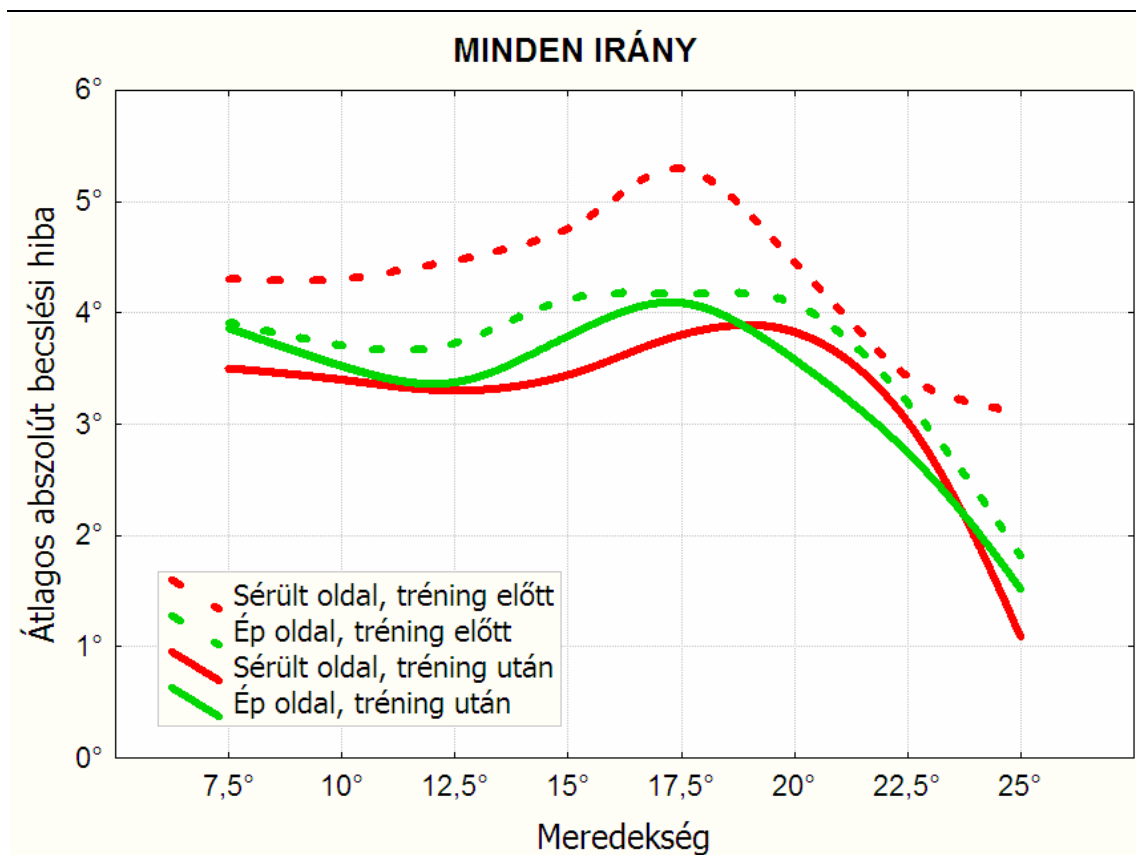
Oldal	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		p
	Tréning előtt	Tréning után	
<b>Terápiás csoport</b> (N=20)	3,91° ± 1,29°	3,25° ± 1,23°	0,0025*
<b>Kontroll csoport</b> (N=20)	3,29° ± 1,15°		
<b>p</b>	0,0019**	0,6688	

\*Szignifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

\*\*Szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

Az egészséges és sérült oldalakat külön elemezve azonban csak utóbbiak esetén volt a javulás szignifikáns. Az irányoktól függetlenül korábban fennálló szignifikáns különbség a két oldal között eltűnt. (10. táblázat és 16. ábra)

Az átlagos abszolút becslési hiba csökkenésének mértéke a sérült oldalon szignifikánsan



**16. ábra.** A terápiás csoport sérült és ép oldali eredményeinek grafikus összehasonlítása a neurofacilitációs tréningprogram megkezdése előtt és után.

**10. táblázat.** A terápiás csoport sérült és ép oldali, irányoktól független eredményei a neurofacilitációs tréningprogram előtt és után.

Oldal	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		p
	Tréning előtt (N=10)	Tréning után (N=10)	
Ép	3,59° ± 1,36°	3,30° ± 1,20°	0,3898
Sérült	4,23° ± 1,14°	3,20° ± 1,28°	0,0009*
p	0,0131*	0,6688	

\*Szigifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

nagyobb volt, mint az egészséges oldalon ( $\Delta\text{ÁABH}_{\text{sérült}}=1,04^\circ\pm 1,68^\circ$ ;  $\Delta\text{ÁABH}_{\text{ép}}=0,29^\circ\pm 1,51^\circ$ ; Wilcoxon párosított teszt:  $p=0,0021$ ). Míg a sérült oldal tréning előtti átlagos abszolút becslési hibái átlagosan  $0,65\pm 1,47$  fokkal nagyobbak voltak az ép ellenoldalnál, addig a tréning után az ép oldalhoz képest valamivel alacsonyabbnak bizonyultak (ÁABH-különbség:  $-0,10^\circ\pm 1,39^\circ$ ). Ez a változás is statisztikailag szignifikáns (Wilcoxon párosított teszt:  $p=0,0021$ )

A sérült bokák eredményei a korábban erősen szignifikánsan jobb kontroll csoportnál a tréning befejeztével nem szignifikánsan (Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,4744$ ), de jobbnak bizonyultak. Az ép oldalak valamelyest javuló eredményei továbbra sem mutattak jelentős eltérést a kontroll csoporttól (Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,8303$ ).

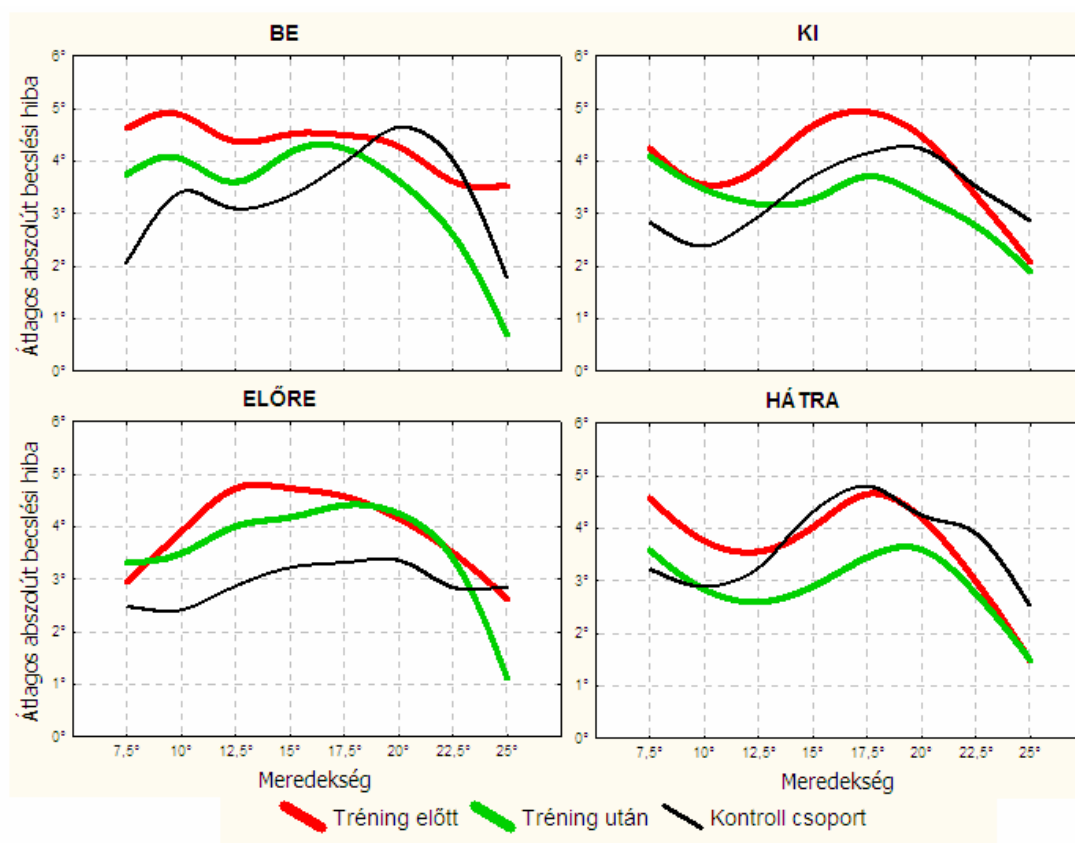
#### 4.2.2.3 Tréning utáni eredmények – irányok szerinti eredmények

A vizsgálati alanyok egészséges és sérült bokáit együttesen elemezve a tréning után minden irányban javulás tapasztalható, mely azonban csak a be és hátra irányokban

**11. táblázat.** Egészséges és sérült bokák proprioceptív szenzoros funkciójának javulása a terápiás csoportban.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)			p
	Tréning előtt (irányonként: N=20)	Tréning után (irányonként: N=20)	Javulás	
Be	4,28° ± 1,42°	3,36° ± 1,36°	0,92°	0,0364*
Ki	3,84° ± 1,23°	3,20° ± 0,91°	0,64°	0,1208
Előre	3,89° ± 1,34°	3,53° ± 1,57°	0,36°	0,4813
Hátra	3,63° ± 1,18°	2,89° ± 0,98°	0,74°	0,0231*
Minden irány	3,91° ± 1,29°	3,25° ± 1,23°	0,66°	0,0025*

\*Szigifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)



**17. ábra.** A terápiás csoport összesített és a kontroll csoport eredményeinek irányonkénti grafikus összehasonlítása a neurofacilitációs tréningprogram előtt és után.

szignifikáns. (11. táblázat és 17.ábra)

A terápiás csoport összesen 20 bokájának tréning utáni eredményeit a kontroll csoport adataival irányonként a 17. ábra és a 12. táblázat részletezi. Kiemelendő, hogy a tréning megkezdése előtti szignifikáns különbségek mind megszűntek, sőt a hátsó irányú lejtőkön mért értékek a terápiás csoportban a kontrollcsoportéhoz képest szignifikánsan

**12. táblázat.** A terápiás csoport összesített és a kontroll csoport proprioceptív szenzoros funkciójának összehasonlítása a neurofacilitációs tréningprogram után.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		p
	Terápiás csoport (N=20)	Kontroll csoport (N=20)	
Be	3,36° ± 1,36°	3,34° ± 1,01°	0,7972
Ki	3,20° ± 0,91°	3,30° ± 1,21°	0,8181
Előre	3,53° ± 1,57°	2,89° ± 1,14°	0,2674
Hátra	2,89° ± 0,98°	3,63° ± 1,20°	0,0483*
Minden irány	3,25° ± 1,23°	3,29° ± 1,15°	0,7587

\*Szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

jobbnak bizonyultak.

Az ízületi pozícióérzés változásának mértékében azonban az egyes irányok között statisztikailag szignifikáns különbséget nem lehetett kimutatni ( $\Delta\acute{A}BH_{be}=0,92^{\circ}\pm 1,61^{\circ}$ ;  $\Delta\acute{A}BH_{ki}=0,64^{\circ}\pm 1,50^{\circ}$ ;  $\Delta\acute{A}BH_{el\acute{o}re}=0,36^{\circ}\pm 2,08^{\circ}$ ;  $\Delta\acute{A}BH_{h\acute{a}tra}=0,73^{\circ}\pm 1,32^{\circ}$ ; Kruskal-Wallis ANOVA:  $p=0,7710$ ).

A 6 hetes terápiai tréninget követően a 10 krónikus felső ugróízületi instabilitásban szenvedő fiatal sportoló sérült bokáinak proprioceptív szenzoros funkciója jelentősen javult – igaz, e javulás a négy irányt összevetve és a hátsó irányban bizonyult mindössze szignifikánsnak. (13. táblázat)

**13. táblázat.** A sérült bokák proprioceptív szenzoros funkciójának javulása a terápiai csoportban.

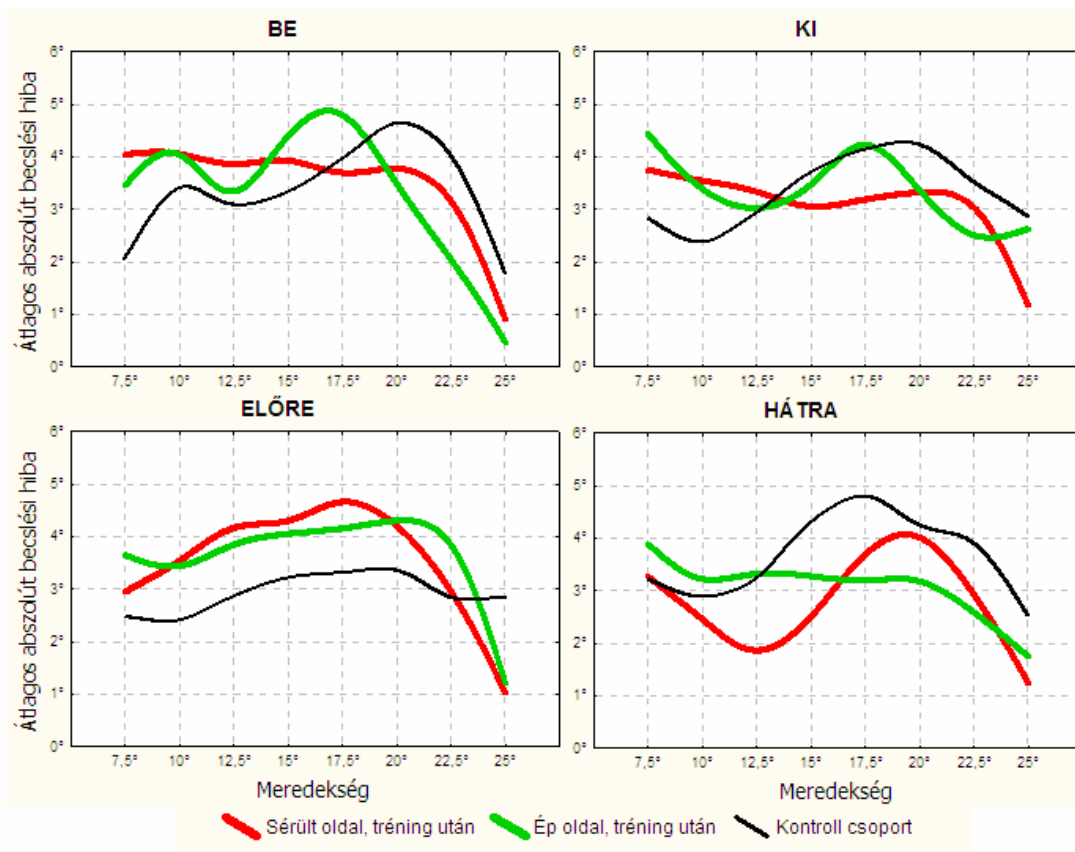
Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag $\pm$ SD)			p
	Tréning előtt (N=10)	Tréning után (N=10)	Javulás	
<b>Be</b>	4,50° $\pm$ 1,14°	3,47° $\pm$ 1,24°	1,03°	0,1235
<b>Ki</b>	4,06° $\pm$ 0,97°	3,09° $\pm$ 0,99°	0,97°	0,1083
<b>Előre</b>	4,38° $\pm$ 1,31°	3,47° $\pm$ 1,91°	0,91°	0,2135
<b>Hátra</b>	4,00° $\pm$ 1,22°	2,75° $\pm$ 0,70°	1,25°	0,0244*
<b>Minden irány</b>	4,23° $\pm$ 1,14°	3,20° $\pm$ 1,28°	1,03°	0,0009*

\*Szignifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

Bár a proprioceptív szenzoros funkció az egészséges bokákon is minden irányban javuló tendenciát mutatott, a változások azonban az egyes irányok szerint – csakúgy mint a négy irány összességében – nem bizonyultak szignifikánsnak.

Egyes irányonként csupán a hátrafelé lejtőkön volt kimutatható ép és sérült oldalak javulása között szignifikáns különbség ( $\Delta\acute{A}BH_{s\acute{e}r\acute{u}lt}=1,25^{\circ}\pm 1,57^{\circ}$ ;  $\Delta\acute{A}BH_{\acute{e}p}=0,22^{\circ}\pm 0,78^{\circ}$ ; Wilcoxon párosított teszt:  $p=0,0077$ ).

Csakúgy, ahogy a tréning előtt, a sérült és ép oldalak között a tréning utáni eredmények tekintetében sincs irányonként szignifikáns különbség. (18. ábra)



**18. ábra.** A terápiás csoport sérült és ép oldalainak tréning utáni, valamint a kontroll csoport eredményeinek irányonkénti grafikus összehasonlítása.

Az egészséges kontrollokhoz képest a sérült bokák három irányban (kifelé, befelé és előre) is szignifikánsan rosszabb tréning előtti átlagos abszolút becslési hibái a tréning után megközelítik a kontrollok értékeit, sőt ki és hátra irányokban – utóbbinál

**14. táblázat.** Funkcionálisan instabil bokák és egészséges kontrollok proprioceptív szenzoros funkciójának összehasonlítása a neurofacilitációs tréning után.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		P
	Terápiás csoport, sérült oldal (N=10)	Kontroll csoport (N=20)	
Be	3,47° ± 1,24°	3,34° ± 1,01°	0,9124
Ki	3,09° ± 0,99°	3,30° ± 1,21°	0,9124
Előre	3,47° ± 1,91°	2,89° ± 1,14°	0,6760
Hátra	2,75° ± 0,70°	3,63° ± 1,20°	0,0222*
Minden irány	3,20° ± 1,28°	3,29° ± 1,15°	0,4744

\*Szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

szignifikáns mértékben – azoknál alacsonyabbak. (14. táblázat)

Mint azt a 18. ábra is mutatja, az ép oldalak átlagos abszolút becslési hibái a kontrollokétól nem különböznek jelentősen – szignifikáns eltérések statisztikai számításokkal sem igazolhatók.

A sérült és ép oldal között mért átlagos abszolút becslési hibák különbsége minden irányban csökkent. Szignifikáns változást azonban az eddigi adatokkal összhangban csak a hátsó irányban ill. a négy irány összességében találtunk (15. táblázat).

**15. táblázat.** Sérült és ép bokák propioceptív szenzoros funkciói közötti különbségek alakulása a tréning előtt és után a terápiás csoportban.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba különbsége (átlag±SD)			P
	Tréning előtt (N=10)	Tréning után (N=10)	Javulás	
<b>Be</b>	-0,44° ± 1,53°	-0,22° ± 1,37°	0,22° ± 1,02°	0,2411
<b>Ki</b>	-0,97° ± 1,70°	0,13° ± 1,82°	1,09° ± 2,40°	0,1097
<b>Előre</b>	-0,75° ± 1,75°	0,28° ± 0,96°	1,03° ± 1,08°	0,3329
<b>Hátra</b>	-0,44° ± 0,93°	0,22° ± 1,42°	0,66° ± 1,16°	0,0077*
<b>Minden irány</b>	-0,65° ± 1,47°	0,10° ± 1,39°	0,75° ± 1,51°	0,0021*

Ha a sérült oldalon az átlagos abszolút becslési hiba magasabb, mint az ép oldalon, a különbség negatív előjellel szerepel.

\*Szignifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

A táblázat egyes oszlopaiban szereplő irányonkénti értékek, tehát az egészséges és ép oldal közötti különbségek sem a 6 hetes tréning előtt (Kruskal-Wallis ANOVA:  $p=0,9752$ ), sem azután (Kruskal-Wallis ANOVA:  $p=0,6598$ ) nem mutattak irányok közötti szignifikáns különbséget. Ugyanígy, e különbségek irányonkénti változása között sem volt szignifikáns különbség kimutatható (Kruskal-Wallis ANOVA:  $p=0,6161$ ).

Az ízületi pozícióérzés időbeli változásának mértékében az egyes irányok között sem a sérült, sem az ép bokák vonatkozásában nem lehetett statisztikailag szignifikáns különbséget kimutatni. (Kruskal-Wallis ANOVA:  $p_{\text{sérült}}=0,9746$  ill.  $p_{\text{ép}}=0,5560$ ).

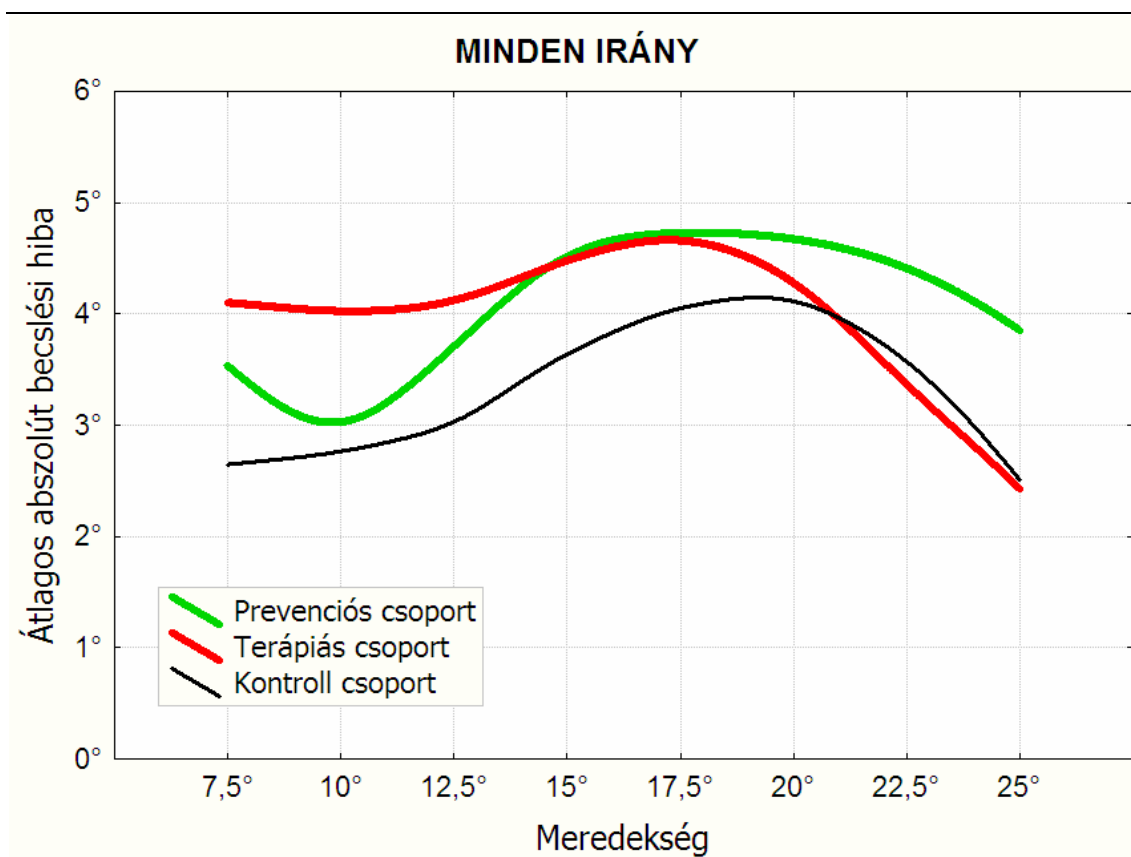


## 4.2.3 A prevenció csoport eredményei

### 4.2.3.1 *Tréning előtti adatok – irányfüggetlen analízis*

A prevenció csoportban a tréning bevezetése előtt irányoktól és oldaldominanciától függetlenül az átlagos abszolút becslési hiba  $4,01^\circ \pm 1,36^\circ$  volt. Ez a kontroll csoporthoz képest ( $3,29^\circ \pm 1,15^\circ$ ) szignifikánsan magasabb érték (Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,0007$ ), tehát rosszabb proprioceptív szenzoros funkciót jelöl. A teljes terápiás csoport tréning előtti adataitól ( $3,91^\circ \pm 1,29^\circ$ ) azonban ez az érték nem tér el szignifikánsan (Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,6647$ ). A leírt adatokat, ill. az egyes csoportok lejtőmeredekség szerinti átlagos abszolút becslési hibáit a 19. ábra mutatja.

Az alkalmazott tréninget megelőzően a prevenció csoportban az átlagos abszolút becslési hiba ( $4,01^\circ \pm 1,36^\circ$ ) a terápiás csoport ép bokáihoz ( $3,59^\circ \pm 1,36^\circ$ ) képest jelentősen, de nem szignifikánsan volt magasabb (Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,0722$ ). A terápiás csoport sérült oldalaihoz képest ( $4,23^\circ \pm 1,14^\circ$ ) ugyanakkor a prevenció csoport



**19. ábra.** A prevenció és terápiás csoport (sérült és ép oldali) valamint a kontroll csoport tréning előtti adatainak grafikus összehasonlítása.

a tréning előtt jobb proprioceptív szenzoros funkciót mutatott, de statisztikailag ez a különbség sem szignifikáns (Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,2752$ ).

Természetesen vizsgálataim a prevenció csoportban is kiterjedtek a propriocepció és a funkcionális instabilitás összefüggéseire. A 10 vizsgálati alany 20 bokája közül összesen hat személy hét bokájával összefüggésben jeleztek – egy vizsgálati alannál tehát kétoldalt – ismétlődő megbicsaklásokat, melyek azonban zömmel a sportaktivitásnak csak egy napnál rövidebb ideig tartó megszakításával vagy még azzal sem jártak.

A prevenció csoportban a funkcionálisan instabil bokákat a fent leírt eloszlás miatt tehát nem lehetett ép ellenoldaliakkal összehasonlítani, mint a terápiás csoportban. Ezért a csoporton belül ebben a vonatkozásban is a Mann-Whitney U-tesztet alkalmaztam az egyes változók különbségeinek az értékelésére. A prevenció és terápiás csoportok ép és funkcionálisan instabil bokáinak tréning előtti adatait a 16. táblázatban hasonlítottam össze. Szembeszökő, hogy a prevenció csoportban az instabil bokákon az átlagos abszolút becslési hiba – nem szignifikánsan, de – alacsonyabb volt, mint az egészséges bokákon.

**16. táblázat.** A terápiás és prevenció csoportok instabil és ép bokáinak irányoktól független eredményei a neurofacilitációs tréningprogram előtt.

Oldal	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag $\pm$ SD)		p
	Prevenció csoport	Terápiás csoport	
Ép	4,13° $\pm$ 1,31° (N=13)	3,59° $\pm$ 1,36° (N=10)	0,0224*
Instabil	3,78° $\pm$ 1,44° (N=7)	4,23° $\pm$ 1,14° (N=10)	0,1628
p	0,2440	0,0065*	

\*Szignifikáns különbség két változó között (Mann-Whitney U-teszt)

A probléma tisztázása végett az analízist elvégeztem csak az unilaterális instabilitást jelző kézilabdázókon is (N=5). Itt már az egészséges oldalon jelentkezett alacsonyabb átlagos abszolút becslési hiba, de ez a különbség sem volt szignifikáns (ÁABH<sub>ép</sub>=3,89° $\pm$ 1,32°; ÁABH<sub>sérült</sub>=4,05° $\pm$ 1,40°; Wilcoxon párosított teszt:  $p=0,6149$ ). A prevenció csoportnak ugyanezen unilaterálisan instabil alanyait a terápiás csoporttal

összevetve sem az ép (Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,3044$ ), sem az instabil bokák (Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,6158$ ) viszonylatában nem találtam szignifikáns különbséget.

A 7 funkcionálisan instabil boka közül 4 (57,1%) domináns és 3 (42,9%) nem domináns oldali volt. A funkcionális instabilitás, tehát nem mutatott összefüggést az oldal-dominanciával (Khi-négyzet teszt kis halmazokra alkalmazandó Yates-féle korrekcióval:  $P=1,0000$ ).

Oldaldominancia szerint minden lejtőirányt együttvéve a domináns és nem domináns oldalak tréning előtti átlagos abszolút becslési hibái nem mutattak szignifikáns különbséget ( $\overline{ABH}_{dom}=3,86^\circ \pm 1,37^\circ$ ;  $\overline{ABH}_{non-d.}=4,16^\circ \pm 1,35^\circ$ ; Wilcoxon párosított teszt:  $p=0,2628$ ).

#### 4.2.3.2 *Tréning előtti adatok – irányok szerinti analízis*

A prevenció csoport irányonkénti átlagos abszolút becslési hibáinak viszonyát a kontroll csoporthoz a 17. táblázat részletezi. Kiemelendő, hogy a két csoport között a be és az előre irányokban a különbség szignifikáns.

**17. táblázat.** A prevenció és a kontroll csoport proprioceptív szenzoros funkciójának irányok szerinti összehasonlítása a neurofacilitációs tréningprogram megkezdése előtt.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag $\pm$ SD)		P
	Prevenció csoport (N=20)	Kontroll csoport (N=20)	
Be	4,19° $\pm$ 1,32°	3,34° $\pm$ 1,01°	0,0411*
Ki	3,64° $\pm$ 1,01°	3,30° $\pm$ 1,21°	0,1517
Előre	4,22° $\pm$ 1,57°	2,89° $\pm$ 1,14°	0,0066*
Hátra	4,00° $\pm$ 1,50°	3,63° $\pm$ 1,20°	0,4328
Minden irány	4,01° $\pm$ 1,36°	3,29° $\pm$ 1,15°	0,0007*

\*Szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

A terápiás csoport és a prevenció csoport között a tréningprogramok bevezetése előtt az egyes irányok szerint sem találtam szignifikáns különbségeket (18. táblázat). Külön összehasonlítva a prevenció csoportot a terápiás csoport sérült ill. ép bokáival sem találtam irányonként a tréning előtti átlagos abszolút becslési hibák között szignifikáns különbséget. Megjegyzendő azonban, hogy a prevenció csoport átlagos abszolút

**18. táblázat.** A prevenció és a terápiás csoport proprioceptív szenzoros funkciójának irányok szerinti összehasonlítása a neurofacilitációs tréningprogram megkezdése előtt.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		P
	Prevenációs csoport (N=20)	Terápiás csoport (N=20)	
Be	4,19° ± 1,32°	4,28° ± 1,42°	0,8817
Ki	3,64° ± 1,01°	3,84° ± 1,23°	0,6263
Előre	4,22° ± 1,57°	3,89° ± 1,34°	0,5979
Hátra	4,00° ± 1,50°	3,63° ± 1,18°	0,4989
Minden irány	4,01° ± 1,36°	3,91° ± 1,29°	0,6647

Nincs szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

becslési hibái minden irányban a terápiás csoport egészséges ill. ép bokáin mért átlagos abszolút becslési hibák közötti értékeket vesznek fel. (19. táblázat)

**19. táblázat.** A prevenció csoport ill. a terápiás csoport ép és sérült oldalainak proprioceptív szenzoros funkciója – irányok szerinti összehasonlítás a neurofacilitációs tréningprogram megkezdése előtt.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)				
	Terápiás csop. sérült oldal (N=10)	p	Prevenációs csoport (N=20)	p	Terápiás csop. ép oldal (N=10)
Be	4,50° ± 1,14°	0,6284	4,19° ± 1,32°	0,4679	4,06° ± 1,68°
Ki	4,06° ± 0,97°	0,2020	3,64° ± 1,01°	0,6284	3,63° ± 1,47°
Előre	4,38° ± 1,31°	0,6129	4,22° ± 1,57°	0,1726	3,41° ± 1,25°
Hátra	4,00° ± 1,22°	0,9649	4,00° ± 1,50°	0,2527	3,25° ± 1,06°
Minden irány	4,23° ± 1,14°	0,2752	4,01° ± 1,36°	0,0722	3,59° ± 1,36°

Nincs szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

A prevenció csoportban nem volt szignifikáns különbség megfigyelhető ép és funkcionálisan instabil bokák proprioceptív szenzoros funkciói között.

- Az unilaterálisan instabil 5 pár boka esetében:  
(Wilcoxon párosított teszt):  $p_{be}=0,8927$ ;  $p_{ki}=0,8551$ ;  $p_{előre}=0,5896$ ;  $p_{hátra}=0,5002$ ;
- A csoport összességében található 13 ép és 7 instabil boka esetében:  
(Mann-Whitney U-teszt):  $p_{be}=0,8121$ ;  $p_{ki}=0,0684$ ;  $p_{előre}=0,5261$ ;  $p_{hátra}=0,8121$ .

A prevenció csoport és a terápiás csoport ép oldalainak tréning előtti összevetésében nem találtam szignifikáns különbségeket (Mann-Whitney U-teszt:  $p_{be}=0,4568$ ;  $p_{ki}=0,2512$ ;  $p_{előre}=0,1538$ ;  $p_{hátra}=0,1538$ ). A funkcionálisan instabil bokák ízületi helyzetérzékelése a két csoport esetén csak a kifelé irányokban különbözött szignifikánsan ( $\acute{A}ABH_{p-ki}=3,17^{\circ}\pm 1,04^{\circ}$ ;  $\acute{A}ABH_{T-ki}=4,06^{\circ}\pm 0,97^{\circ}$ ; Mann-Whitney U-teszt:  $p=0,0318$ ).

Oldaldominancia szerint a tréning megkezdése előtt az egyes irányok szerint nem volt szignifikáns különbség a prevenció csoportban (20. táblázat).

**20. táblázat.** Domináns és nem domináns oldalak összehasonlítása a prevenció csoportban.

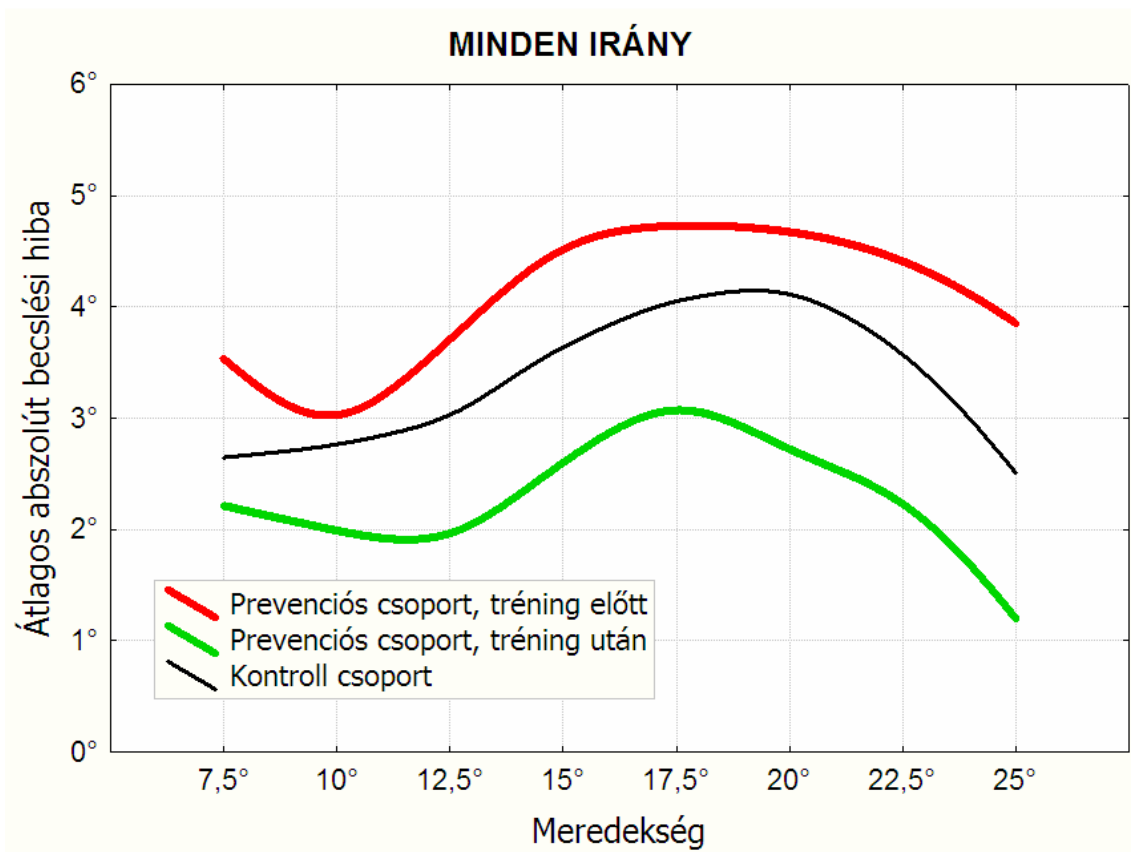
Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag $\pm$ SD)		P
	Domináns oldal (N=10)	Nem domináns oldal (N=10)	
Be	4,13 $^{\circ}$ $\pm$ 1,56 $^{\circ}$	4,25 $^{\circ}$ $\pm$ 1,10 $^{\circ}$	0,7671
Ki	3,53 $^{\circ}$ $\pm$ 0,94 $^{\circ}$	3,75 $^{\circ}$ $\pm$ 1,10 $^{\circ}$	0,8336
Előre	4,19 $^{\circ}$ $\pm$ 1,50 $^{\circ}$	4,25 $^{\circ}$ $\pm$ 1,73 $^{\circ}$	0,9057
Hátra	3,59 $^{\circ}$ $\pm$ 1,47 $^{\circ}$	4,41 $^{\circ}$ $\pm$ 1,48 $^{\circ}$	0,0801
<b>Minden irány</b>	3,86 $^{\circ}$ $\pm$ 1,37 $^{\circ}$	4,16 $^{\circ}$ $\pm$ 1,35 $^{\circ}$	0,2628

Nincs szignifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

#### 4.2.3.3 Tréning utáni eredmények – irányoktól függetlenül

A preventív célzatú proprioceptív gyakorlatoknak a rendszeres edzőmunkába történő integrációja után 20 hónappal (egészen pontosan 603 nappal) ismételtük meg a kézilabdázóknál a dobogó-tesztet. Az első méréshez hasonlóan a második mérésen is a preventív csoport összes vizsgálati alanya egyazon napon végezte el a tesztet.

Munkám legfontosabb eredménye, hogy az utánvizsgálatkor a prevenció csoportban – lejtésirányoktól függetlenül – erősen szignifikánsan javult az átlagos abszolút becslési hiba ( $\acute{A}ABH_1=4,01^{\circ}\pm 1,36^{\circ}$ ;  $\acute{A}ABH_2=2,24^{\circ}\pm 0,88^{\circ}$ ; Wilcoxon párosított teszt:  $p<0,00001$ ). Ezt jól szemlélteti a 20. ábra: Míg a tréning bevezetése előtt az átlagos abszolút hiba szaggatott vonallal jelzett görbéje végig a kontroll csoporté (keskeny vonal) felett haladt, addig a 20 hónappal későbbi adatok alapján nyert vastag folytonos



**20. ábra.** A preventációs csoport tréning bevezetése előtti és 20 hónappal későbbi ill. a kontroll csoport eredményeinek grafikus összehasonlítása.

görbe egyértelműen a kontroll csoport görbéje alatt található. A különbség a preventációs csoport utánvizsgálati ( $2,24^\circ \pm 0,88^\circ$ ) és a kontroll csoport ( $3,29^\circ \pm 1,15^\circ$ ) eredményei között erősen szignifikáns (Mann-Whitney U-teszt:  $p < 0,00001$ ).

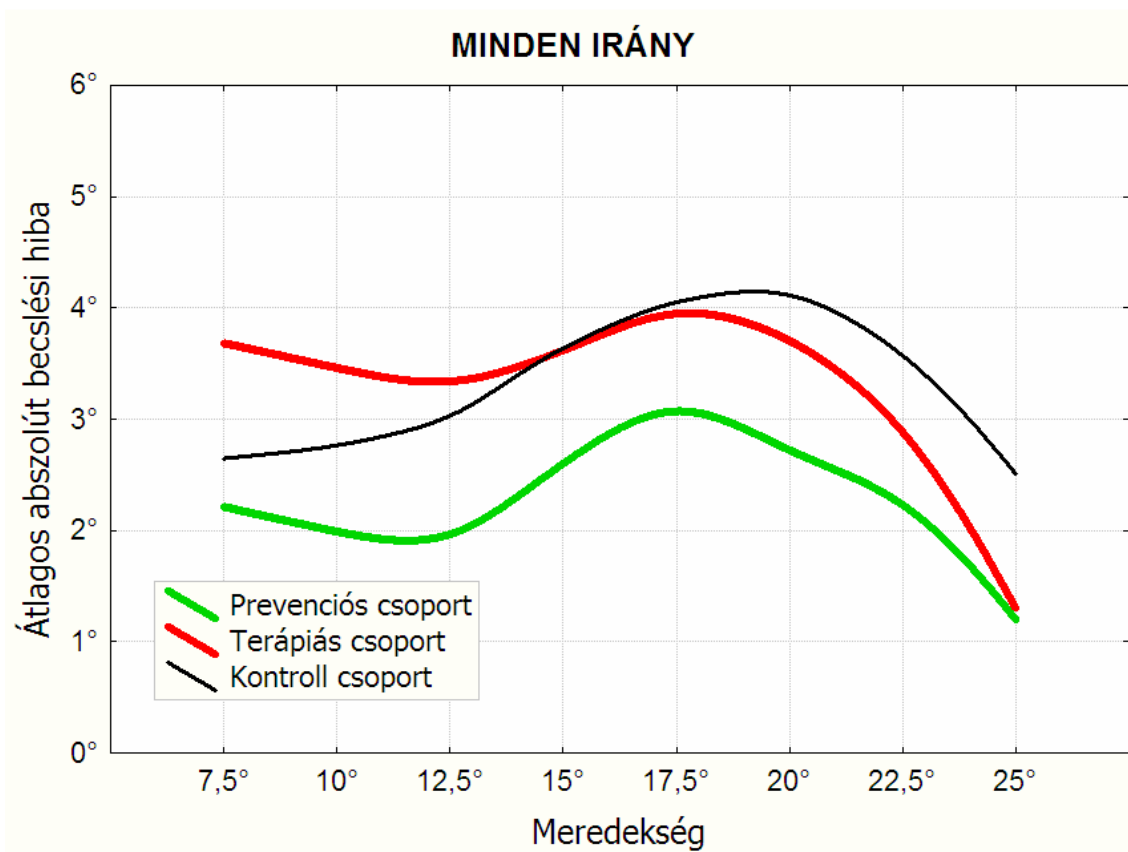
Összehasonlítva a preventációs és a terápiás csoport eredményeit láthatjuk, hogy a tréning után a két csoport eredményeiben erősen szignifikáns különbség alakult ki, a preventációs

**21. táblázat.** A preventációs és a terápiás csoportoknak a neurofacilitációs tréningprogram előtti és utáni irányfüggetlen eredményeinek összehasonlítása.

Oldal	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		p
	Prevenációs csoport (N=10)	Terápiás csoport (N=10)	
<b>Tréning előtt</b>	$4,01^\circ \pm 1,36^\circ$	$3,91^\circ \pm 1,29^\circ$	0,6647
<b>Tréning után</b>	$2,24^\circ \pm 0,88^\circ$	$3,25^\circ \pm 1,23^\circ$	$<0,00001^*$
<b>p</b>	$<0,00001^{**}$	$0,0025^{**}$	

\*Szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

\*\*Szignifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)



**21. ábra.** A prevenciós és a terápiás csoport tréning utáni ill. a kontroll csoport eredményeinek grafikus összehasonlítása.

csoport javára. Mint azt a 21. ábra szemlélteti, a terápiás csoport esetén a tréning utáni eredmény csupán a kontroll csoport adataihoz vált hasonlóvá, a prevenciós csoport görbéje viszont egyértelműen e két egymáshoz közel futó görbe alatt fut.

Külön összehasonlítva a prevenciós csoport tréning utáni eredményeit a terápiás csoport sérült ( $3,20^{\circ} \pm 1,28^{\circ}$ ) ill. ép ( $3,30^{\circ} \pm 1,20^{\circ}$ ) oldalainak ugyanezen átlagos abszolút becslési hibáival, a prevenciós csoport eredményét mindkét esetben erősen szignifikánsan jobbnak találjuk (Mann-Whitney U-teszt:  $p < 0,0001$ , mindkét esetben).

A prevenciós csoportban regisztrált ép ill. krónikusan instabil bokák tréning előtti és utáni eredményeinek párhuzamba állítását a 22. táblázat mutatja. Bár érdekes módon a funkcionálisan instabil bokák átlagos abszolút hibája továbbra is (nem szignifikánsan) alacsonyabb maradt az ép oldalakhoz képest, a javulás mértékében szinte semmi különbség nincs ( $\Delta \text{ÁABH}_{\text{ép}} = 1,77^{\circ} \pm 1,06^{\circ}$ ;  $\Delta \text{ÁABH}_{\text{instab.}} = 1,77^{\circ} \pm 1,26^{\circ}$ ; Mann-Whitney U-teszt:  $p = 0,9397$ ).

**22. táblázat.** A prevenció csoport instabil és ép oldali, irányoktól független eredményei a neurofacilitációs tréningprogram előtt és után.

Oldal	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		p
	Tréning előtt	Tréning után	
Ép (N=13)	4,13° ± 1,31°	2,36° ± 0,81°	<0,00001*
Instabil (N=7)	3,78° ± 1,44°	2,01° ± 0,98°	0,00001*
<b>p</b>	0,2440	0,0750	

\*Szigifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

A terápiás csoport és a prevenció csoport ép és instabil bokáinak tréning utáni eredményeit a 23. táblázat részletezi.

**23. táblázat.** A terápiás és prevenció csoportok instabil és ép bokáinak irányoktól független eredményei a neurofacilitációs tréningprogram után.

Oldal	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		p
	Prevenációs csoport	Terápiás csoport	
Ép	2,36° ± 0,81° (N=13)	3,30° ± 1,20° (N=10)	0,0001*
Instabil	2,01° ± 0,98° (N=7)	3,20° ± 1,28° (N=10)	0,0001*
<b>p</b>	0,0750	0,4414	

\*Szigifikáns különbség két változó között (Mann-Whitney U-teszt)

A prevenció csoport erősen szigifikánsan jobb tréning utáni eredményei alapján már sejthető, hogy szigifikánsan nagyobb volt az átlagos abszolút becslési hiba csökkenése a prevenció csoportban, mind az ép, mind az instabil bokák tekintetében (24. táblázat).

**24. táblázat.** A terápiás és prevenció csoportok instabil és ép bokáinak irányoktól független eredményeinek javulása.

Oldal	Átlagos abszolút becslési hiba javulása (átlag±SD)		p
	Prevenációs csoport	Terápiás csoport	
Ép	1,77° ± 1,06° (N=13)	0,29° ± 1,15° (N=10)	<0,00001*
Instabil	1,77° ± 1,26° (N=7)	1,04° ± 1,68° (N=10)	0,0374*
<b>p</b>	0,9397	0,0574	

\*Szigifikáns különbség két változó között (Mann-Whitney U-teszt)

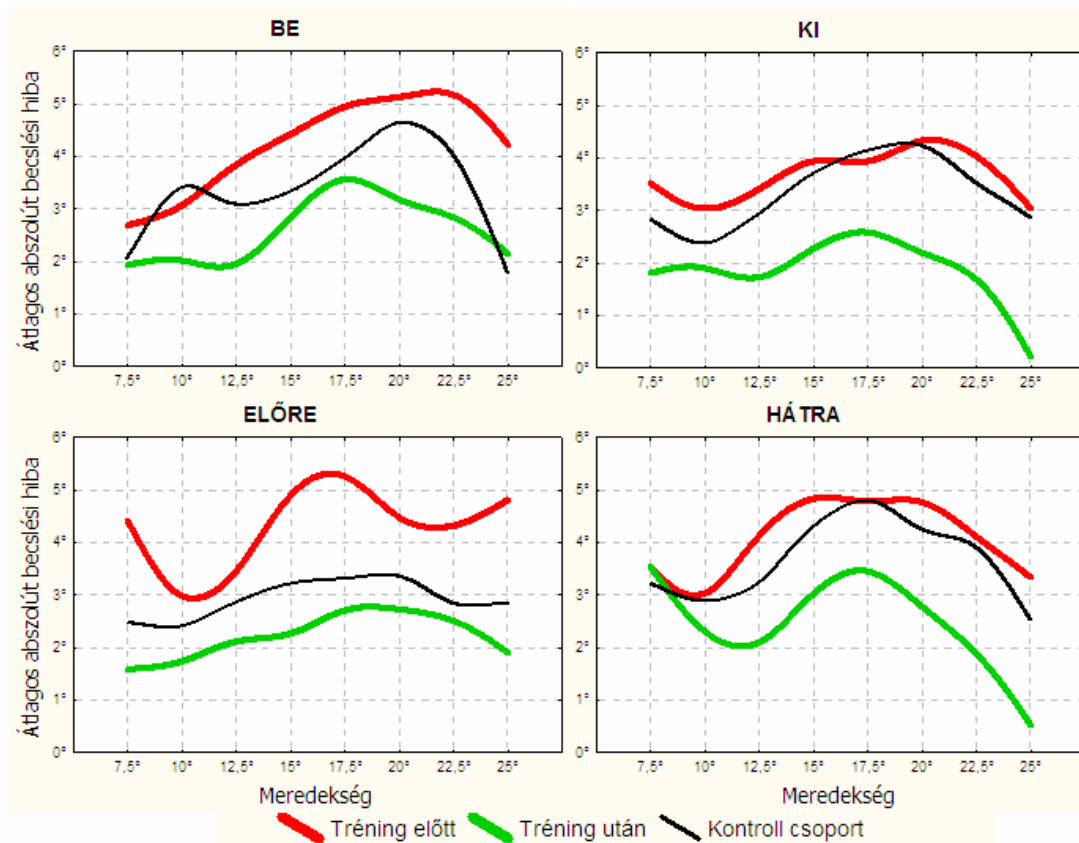


Húsz hónappal a tréning bevezetése után, irányoktól függetlenül a domináns oldalakon – csakúgy, mint a tréning bevezetése előtt – alacsonyabb átlagos abszolút becslési hibát jegyezhetünk ( $2,12^{\circ} \pm 0,81^{\circ}$ ), mint a nem domináns oldalakon ( $2,36^{\circ} \pm 0,94^{\circ}$ ). A különbség azonban továbbra sem szignifikáns (Wilcoxon párosított teszt:  $p=0,1374$ ). Az átlagos abszolút hiba javulása domináns és nem domináns oldalak tekintetében közel azonos volt ( $\Delta \text{ÁABH}_{\text{dom}}=1,74^{\circ} \pm 1,18^{\circ}$ ;  $\Delta \text{ÁABH}_{\text{non-d.}}=1,80^{\circ} \pm 1,09^{\circ}$ ; Wilcoxon párosított teszt:  $p=0,5621$ ).

#### 4.2.3.4 Tréning utáni eredmények – irányok szerint

A neurofacilitációs tréning bevezetése előttiekhez képest a preventív csoportban az átlagos abszolút becslési hiba minden irányban szignifikánsan csökkent, ami a proprioceptív szenzoros funkció egyértelmű javulását jelzi. (22. ábra és 25. táblázat)

Az egészséges kontrollokhoz viszonyítva minden lejtőirányban jobb a preventív csoport bokáinak 20 havi tréning utáni ízületi helyzetérzékelése. Szignifikáns



**22. ábra.** A preventív csoport és a kontroll csoport eredményeinek irányonkénti grafikus összehasonlítása a neurofacilitációs tréningprogram előtt és után.

**25. táblázat.** A propioceptív szenzoros funkció irányok szerinti javulása a prevenció csoportban.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)			P
	Tréning előtt (N=10)	Tréning után (N=10)	Javulás	
<b>Be</b>	4,19° ± 1,32°	2,55° ± 0,86°	1,64°	0,0001*
<b>Ki</b>	3,64° ± 1,01°	1,81° ± 0,71°	1,83°	0,0001*
<b>Előre</b>	4,22° ± 1,57°	2,19° ± 1,04°	2,03°	0,0001*
<b>Hátra</b>	4,00° ± 1,50°	2,41° ± 0,75°	1,59°	0,0002*
<b>Minden irány</b>	4,01° ± 1,36°	2,24° ± 0,88°	1,77°	<0,00001*

\*Szigifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

különbséget egyedül az előre irányokban nem sikerült kimutatni (Mann-Whitney U-teszt: p=0,0620). (26. táblázat)

**26. táblázat.** A prevenció és a kontroll csoport eredményeinek irányok szerinti összehasonlítása 20 hónappal a neurofacilitációs tréningprogram megkezdése után.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		P
	Prevenció csoport (N=20)	Kontroll csoport (N=20)	
<b>Be</b>	2,55° ± 0,86°	3,34° ± 1,01°	0,0179*
<b>Ki</b>	1,81° ± 0,71°	3,30° ± 1,21°	0,0001*
<b>Előre</b>	2,19° ± 1,04°	2,89° ± 1,14°	0,0620
<b>Hátra</b>	2,41° ± 0,75°	3,63° ± 1,20°	0,0004*
<b>Minden irány</b>	2,24° ± 0,88°	3,29° ± 1,15°	<0,00001*

\*Szigifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

Az átlagos abszolút becslési hiba változásának mértékében a legnagyobb javulást az egyes irányok közül előre irányban észleltem. Statisztikailag azonban a különböző irányok között nem volt szignifikáns különbség kimutatható ( $\Delta\text{ÁABH}_{\text{be}}=1,64^\circ\pm 1,13^\circ$ ;  $\Delta\text{ÁABH}_{\text{ki}}=1,83^\circ\pm 0,98^\circ$ ;  $\Delta\text{ÁABH}_{\text{előre}}=2,03^\circ\pm 1,26^\circ$ ;  $\Delta\text{ÁABH}_{\text{hátra}}=1,59^\circ\pm 1,15^\circ$ ; Kruskal-Wallis ANOVA: p=0,5764).

A prevenció csoport ép és funkcionálisan instabil bokáinak 20 hónapnyi neurofacilitációs tréning utáni egymáshoz viszonyított irányonkénti eredményei – csakúgy, mint a tréning bevezetése előttiéik – szignifikáns különbséget nem mutattak.

A p-értékek az ép és instabil bokák korábban is már alkalmazott kétféle csoportosítása szerint a következőképp alakultak:

- Az unilaterálisan instabil 5 pár boka esetében:  
(Wilcoxon párosított teszt):  $p_{be}=0,2733$ ;  $p_{ki}=1,0000$ ;  $p_{előre}=0,4652$ ;  $p_{hátra}=0,3613$ ;
- A csoport összességében található 13 ép és 7 instabil boka esetében:  
(Mann-Whitney U-teszt):  $p_{be}=0,3416$ ;  $p_{ki}=0,1130$ ;  $p_{előre}=0,0813$ ;  $p_{hátra}=0,2673$ .

Ép és instabil oldalak között a proprioceptív szenzoros funkció javulásának mértékében sem találtam irányokra bontva szignifikáns különbségeket:

- Az unilaterálisan instabil 5 pár boka esetében:  
(Wilcoxon párosított teszt):  $p_{be}=0,4652$ ;  $p_{ki}=0,7150$ ;  $p_{előre}=0,2249$ ;  $p_{hátra}=0,4185$ ;
- A csoport összességében található 13 ép és 7 instabil boka esetében:  
(Mann-Whitney U-teszt):  $p_{be}=0,3621$ ;  $p_{ki}=0,6630$ ;  $p_{előre}=0,6919$ ;  $p_{hátra}=0,1427$ .

A javulás – tehát adott bokák átlagos abszolút becslési hibáinak időbeli változása – viszont mind az ép, mint a funkcionálisan instabil bokákon minden irányban szignifikánsnak bizonyult. Az ép oldalak vonatkozásában ezen eredményeket a 27. táblázat, az instabil bokákét a 28. táblázat taglalja.

**27. táblázat.** A proprioceptív szenzoros funkció irányok szerinti javulása ép bokákon a prevenció csoportban.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)			p
	Tréning előtt (N=13)	Tréning után (N=13)	Javulás	
<b>Be</b>	4,21° ± 1,29°	2,40° ± 0,74°	1,80° ± 1,12°	0,0015*
<b>Ki</b>	3,89° ± 0,93°	2,02° ± 0,62°	1,88° ± 0,97°	0,0015*
<b>Előre</b>	4,30° ± 1,70°	2,48° ± 0,98°	1,83° ± 1,40°	0,0015*
<b>Hátra</b>	4,13° ± 1,34°	2,55° ± 0,84°	1,59° ± 0,76°	0,0015*
<b>Minden irány</b>	4,13° ± 1,31°	2,36° ± 0,81°	1,77° ± 1,06°	<0,00001*

\*Szignifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

**28. táblázat.** A propioceptív szenzoros funkció irányok szerinti javulása funkcionálisan instabil bokákon a prevenciós csoportban.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)			P
	Tréning előtt (N=7)	Tréning után (N=7)	Javulás	
<b>Be</b>	4,15° ± 1,46°	2,81° ± 1,07°	1,34° ± 1,17°	0,0277*
<b>Ki</b>	3,17° ± 1,04°	1,43° ± 0,74°	1,74° ± 1,07°	0,0180*
<b>Előre</b>	4,06° ± 1,41°	1,65° ± 1,02°	2,41° ± 0,93°	0,0180*
<b>Hátra</b>	3,75° ± 1,84°	2,14° ± 0,49°	1,61° ± 1,74°	0,0431*
<b>Minden irány</b>	3,78° ± 1,44°	2,01° ± 0,98°	1,77° ± 1,26°	0,00001*

\*Szignifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

Összehasonlítva a terápiás csoporttal a tréning utáni eredményeket, minden irányban alacsonyabb átlagos abszolút becslési hibát találunk a prevenciós csoportban, ez a differencia azonban csak a ki és előre irányokban szignifikáns. (29. táblázat)

**29. táblázat.** A prevenciós és a terápiás csoport propioceptív szenzoros funkciójának irányok szerinti összehasonlítása a tréningprogramokat követően.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)		P
	Prevenciós csoport (N=20)	Terápiás csoport (N=20)	
<b>Be</b>	2,55° ± 0,86°	3,36° ± 1,36°	0,0548
<b>Ki</b>	1,81° ± 0,71°	3,20° ± 0,91°	0,00004*
<b>Előre</b>	2,19° ± 1,04°	3,53° ± 1,57°	0,0035*
<b>Hátra</b>	2,41° ± 0,75°	2,89° ± 0,98°	0,0742
<b>Minden irány</b>	2,24° ± 0,88°	3,25° ± 1,23°	<0,00001*

\*Szignifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

Ha terápiás csoportból csak az ép bokákat hasonlítjuk össze a prevenciós csoporttal, az összefüggések nem változnak. A terápiás csoportból a sérült oldalaknak a teljes prevenciós csoporttal történő összevetésekor azonban azt láthatjuk, hogy a befelé irányuló lejtők vonatkozásában is szignifikánsan jobb propioceptív szenzoros funkciót mutat a prevenciós csoport, viszont az előre lejtőkön ez a különbség éppen nem szignifikáns. A leírt összefüggéseket részletes adatokkal a 30. táblázat foglalja össze.

**30. táblázat.** A prevenció csoport ill. a terápia csoport ép és sérült oldalainak proprioceptív szenzoros funkciója – irányok szerinti összehasonlítás a neurofacilitációs tréningprogramok után.

Irány	Átlagos abszolút becslési hiba (átlag±SD)				
	Terápiás csoport sérült oldal (N=10)	p	Prevenációs csoport (N=20)	p	Terápiás csoport ép oldal (N=10)
<b>Be</b>	3,47° ± 1,24°	0,0477*	2,55° ± 0,86°	0,2527	3,25° ± 1,53°
<b>Ki</b>	3,09° ± 0,99°	0,0019*	1,81° ± 0,71°	0,0003*	3,31° ± 0,85°
<b>Előre</b>	3,47° ± 1,91°	0,0585	2,19° ± 1,04°	0,0042*	3,59° ± 1,24°
<b>Hátra</b>	2,75° ± 0,70°	0,1943	2,41° ± 0,75°	0,1083	3,03° ± 1,22°
<b>Minden irány</b>	3,20° ± 1,28°	0,00003*	2,24° ± 0,88°	<0,00001*	3,30° ± 1,20°

\*Szigorú különbség (Mann-Whitney U-teszt)

E fenti eredmények után érdemes megvizsgálni azt a kérdést, hogy van-e differencia a két csoportban az átlagos abszolút becslési hiba csökkenése, tehát a két mérés közötti különbség között. A teljes terápia és prevenációs csoportokat a 31. táblázat hasonlítja össze.

**31. táblázat.** Az átlagos abszolút hiba javulásának összehasonlítása prevenációs és a terápia csoportban.

Irány	Az átlagos abszolút becslési hiba javulása (átlag±SD)		p
	Prevenációs csoport (N=20)	Terápiás csoport (N=20)	
<b>Be</b>	1,64° ± 1,13°	0,92° ± 1,61°	0,1368
<b>Ki</b>	1,83° ± 0,98°	0,64° ± 1,50°	0,0008*
<b>Előre</b>	2,03° ± 1,26°	0,36° ± 2,08°	0,0098*
<b>Hátra</b>	1,59° ± 1,15°	0,73° ± 1,32°	0,0102*
<b>Minden irány</b>	1,77° ± 1,13°	0,66° ± 1,63°	<0,00001*

\*Szigorú különbség (Mann-Whitney U-teszt)

Minden irányt figyelembe véve erősen szigorúan nagyobb mértékű a proprioceptív szenzoros funkció javulása a prevenációs csoportban. Ez az egyes irányokra bontva is igaz, bár a befelé irányuló lejtőkön a különbség nem szigorú.

**32. táblázat.** Az átlagos abszolút hiba javulásának összehasonlítása prevenció csoport valamint a terápiás csoport ép és sérült oldalai között.

Irány	Az átlagos abszolút becslési hiba javulása (átlag±SD)				
	Terápiás csop. sérült oldal (N=10)	p	Prevenció csoport (N=20)	p	Terápiás csop. ép oldal (N=10)
<b>Be</b>	1,03° ± 1,64°	0,2910	1,64° ± 1,13°	0,1726	0,81° ± 1,66°
<b>Ki</b>	0,97° ± 1,64°	0,0347*	1,83° ± 0,98°	0,0009*	0,31° ± 1,34°
<b>Előre</b>	0,91° ± 2,09°	0,1466	2,03° ± 1,26°	0,0060*	-0,19° ± 2,03°
<b>Hátra</b>	1,25° ± 1,57°	0,2714	1,59° ± 1,15°	0,0021*	0,22° ± 0,78°
<b>Minden irány</b>	1,04° ± 1,68°	0,0046*	1,77° ± 1,13°	<0,00001*	0,29° ± 1,51°

\*Sznifikáns különbség (Mann-Whitney U-teszt)

A terápiás csoportban alkalmazott tréning azon sajátosságánál fogva, miszerint az hangsúlyosan a sérült oldal ízületi pozícióérzésének javítására irányul, megvizsgáltam a javulás különbségeit a terápiás csoport ép és sérült bokáinak külön-külön figyelembevételével. (32. táblázat)

*Oldaldominancia szerint* a hátra irányú lejtőkön találtam egyedül szznifikáns különbséget: a domináns oldalon (2,13°±0,60°) alacsonyabb volt az átlagos abszolút becslési hiba, mint a nem domináns bokákon (2,69°±0,80°) (Wilcoxon párosított teszt: p=0,0180). Az egyéb irányokban is jobbnak bizonyult a domináns oldal eredménye, de szznifikáns különbséget itt már nem lehetett kimutatni (Wilcoxon párosított teszt: p<sub>be</sub>=0,7353; p<sub>ki</sub>=0,7998; p<sub>előre</sub>=0,3627). Az átlagos abszolút hiba javulása szempontjából viszont nem volt kimutatható különbség. (33. táblázat)

**33. táblázat.** Az átlagos abszolút hiba javulásának oldaldominancia szerinti összehasonlítása a prevenció csoporton belül.

Irány	Az átlagos abszolút becslési hiba javulása (átlag±SD)		p
	Domináns oldal (N=10)	Nem domináns oldal (N=10)	
<b>Be</b>	1,66° ± 1,22°	1,62° ± 1,10°	1,0000
<b>Ki</b>	1,75° ± 0,75°	1,91° ± 1,20°	0,4990
<b>Előre</b>	2,09° ± 1,44°	1,97° ± 1,14°	0,9057
<b>Hátra</b>	1,47° ± 1,28°	1,72° ± 1,05°	0,4412
<b>Minden irány</b>	1,74° ± 1,18°	1,80° ± 1,09°	0,5621

Nincs szznifikáns különbség (Wilcoxon párosított teszt)

### ***4.3 A prevenció csoport epidemiológiai vizsgálata***

A rendszeres edzésprogramba beépített neurofacilitációs gyakorlatok preventív hatásának bizonyítása végett szükség volt a korábbi sérülési incidenciára meghatározására, majd a bevezetést követően a sérülések pontos regisztrálására. E szempontból minden egy napnál hosszabb aktivitáscsökkentést okozó sérülés volt releváns.

A neurofacilitációs gyakorlatok bevezetését megelőző egy évről retrospektív gyűjtöttünk adatokat a bokasérülések előfordulásáról. Ezzel kapcsolatban a csapat összes sportolóját megkérdeztük, ill. az edzők feljegyzései segítettek a sérülések retrospektív azonosításában. Az összehasonlíthatóság végett az edzésnapló alapján kiszámítottuk a sportexpozíciót is.

15 fős keretre számolva a következő incidenciáértékeket állapítottuk meg:

- A neurofacilitációs tréning bevezetése előtt:  
*0,88 bokasérülés / 1000h sportaktivitás*  
(Összesen 9056h alatt 8 sérülés)
- A tréning bevezetésétől a második proprioceptív vizsgálatig:  
*0,34 bokasérülés / 1000h sportaktivitás*  
(Összesen 14918h alatt 5 sérülés)
- Ez az incidenciá *62,1%-os csökkenését* jelenti.

## 5. Megbeszélés

Mint a bevezetőben említésre került, minden prevenció stratégia alapját megbízható epidemiológiai adatok képezik.<sup>30</sup> Sportsérülések gyakoriságának testtáj-specifikus jellemzésére az incidencia három – információ-tartalmában is – különböző mutatóval fejezhető ki.

A legegyszerűbben számítható incidencia mutató megmutatja, hogy egy adott testtáj sérülései egy adott sport összes sérüléseinek hány százalékát adják. Ez gyakorlati szempontból egy igen könnyen meghatározható mutató, hiszen meghatározására nem kell prospektíven egy egész kohortot (adott rizikófaktornak kitett összes, a megfigyelés kezdetekor egészséges egyént) nyomon követni. Tipikus alkalmazási területe egy adott egészségügyi intézményben kezelt betegek epidemiológiai jellemzése. Adott sportágon belül egy bizonyos testtáj sérüléseinek relatív rizikóját bár igen jól fejezi ki, sportágak közötti összehasonlításra azonban nem alkalmas, mivel nem veszi figyelembe, hogy más sportágakhoz képest a vizsgált sportban mekkora egy sérülés kialakulásának a veszélye. Egy fiktív példát véve, lehet, hogy egy összességében kevésbé sérülésveszélyes sportban (pl. kerékpársport) nagyobb a térsérülések aránya, mint pl. röplabdázásban, de utóbbiban az esetek számát tekintve mégis több térsérülés regisztrálható.

E problémát látszik áthidalni az adott sportban egy év alatt résztvevő sportolók számára (általában 10 hatványaira, rendszerint 1000 sportolóra) kivetített sérülések mennyiségét leíró incidencia-mutató. Az előző példát továbbvezetve valószínűsíthető, hogy egy év alatt ezer röplabdázó közül több esetében regisztrálható térsérülés, mint ugyanezen idő alatt ezer kerékpáros közül.

Nem mindegy azonban, hogy egy adott sportág milyen szintjén mérjük a fenti módszer szerint az incidenciát. A példánál maradva, ha 1000 hivatásos kerékpárost vizsgálunk, akik naponta több órát sportolnak, nem biztos, hogy egy év alatt ritkábban vannak térdproblémáik, mint 1000 rekreációs szintű röplabdázónak, akik heti vagy havi egy-két órát játszanak. E lehetséges ellentmondás megoldására vezették be a sport-expozíció („athlete-exposure”) fogalmát, ami egy sportoló által adott sportban edzésen vagy



versenyen való egy órás részvételét jelenti. Ennek segítségével figyelembe vehetővé válik a vizsgált személyek által a sportban eltöltött órák száma, tehát a veszélyeztetettség időtartama. Ezzel a paraméterrel kiegészített sportexpozíció-alapú incidencia tehát sportágak között jól összehasonlíthatóan mutatja meg a sérülések gyakoriságát, ezért prevenciós stratégiák tervezésekor ezt a mutatót kell használni.<sup>30,206</sup>

Utóbbi két incidenciamutató meghatározása azonban már nehezebb feladat, mint egy adott sportág sérüléseiben belül leírni egy testtáj sérüléseinek a relatív rizikóját, mivel egy egész kohort (rendszerint prospektív) vizsgálatát feltételezi. Problémát jelenthet továbbá a sportexpozíció meghatározása is – saját összehasonlító irodalmi kutatásaimból jó példa erre az ejtőernyősport, ill. az alpesi sí, a hódeszkázás valamint az északi sí.

Ejtőernyősport esetén órák helyett ugrások számára vetített adatok voltak csak fellelhetők,<sup>158</sup> a sísportokban pedig síeléssel eltöltött napokra számították az expozíció alapú incidenciát.<sup>173,178,204,205</sup> Míg az alpesi síelés esetén találtam adatot az expozíció órára történő átszámítására (átlagosan 5,77óra/nap<sup>205</sup>), addig az északi sísport és a hódeszkázás sérüléseit sportolók kohortján vizsgáló cikkek erre nem tettek utalást. Ez lehet az oka annak is, hogy bár az északi sísportban a telemark-kötések ill. az alpesi síelésnél alkalmazott kemény héjú bakancsok szemben lágy lábbelik alkalmazása miatt bizonyosan magasabb a bokasérülések incidenciája, a bokasérülések IFR-alapú sportági rangsorában a kézilabdázás után az északi sísport foglalja el a második helyet.

Ennek ellenére a bokasérülések sportexpozíció-alapú incidenciája alapján felállított lista első nyolc helyén nyolc kontakt csapatsport közül hat található – az első nyolcban a kivételt épp az említett északi sí ill. a hódeszkázás képviselik. Ennek ellenére statisztikailag egyértelműen kimutatható, hogy a kontakt csapatsportok esetén szignifikánsan magasabb a bokasérülések incidenciája ( $1,08 \pm 0,57/1000$  sportexpozíció), mint egyéb más sportágak összességében ( $0,43 \pm 0,38/1000$  sportexpozíció).

Előbbi sportágak halmazából talán némi magyarázatra szorul a röplabdázás, mint kontakt csapatsport. Bár a legtöbb sérülés a hagyományos hatfős csapatokkal játszott röplabdásportban nem kontakt jellegű, a bokaszalag-sérülések tipikusan ellenféllel való érintkezéskor jönnek létre. A sérüléstípust az ún. középvonal-sérülések képviselik,

melyek lecsapás és sáncolás után a röplabdázás azon szabálya miatt jöhetnek létre, miszerint az ellenfél térfelének megsértését nem jelenti az oda történő átlépés, amennyiben az átlépő láb valamely részével (általában sarkával) a játékos a felezővonalat (középvonalat) érinti. Itt tehát igen gyakran fordul elő, hogy egy játékos bokája ellenfele lábára érkeve – tehát kontakt mechanizmussal – kifordul.<sup>160</sup> E sérüléstípus a röplabdásport újabb keletű ágában, a strandröplabdázásban – ahol kétfős csapatok állnak egymással szemben – azonban nem jellemző. A középvonal-sérülés jelentőségét az is növeli, hogy a bokasérülések gyakorisága az egyenetlen talajon játszott strandröplabdázásban jóval alacsonyabb, mint a hagyományos röplabdázásban. E megfontolásból végül mindenhol külön sportágakként tüntettem fel e két sport incidenciáját. Míg a röplabdázást a fentiek alapján a kontakt csapatsportok közé soroltam, addig a strandröplabda non-kontakt sportként az egyéb sportágak közé került. Bár az eredetileg 61 sportágot tartalmazó keresési listáról összesen csupán 30-ra, azaz 49,18%-ra vonatkozólag találtam összehasonlításra alkalmas expozíció-alapú incidenciadatokat (vagy azok kiszámítására alkalmas adatokat), még egy sportágot, az atlétikát kellett különböző szakág-csoportokra bontanom. Sok más sporthoz hasonlóan az atlétikára vonatkozóan is csupán egyetlen releváns epidemiológiai cikket találtam, azonban külön részletes adatok voltak fellelhetők dobó- és ugrószámokra, gátfutásra valamint rövid-, közép- és hosszútávfutásra, melyek egymástól jelentősen eltértek.<sup>155</sup>

Mindezen okoknál fogva mindhárom incidenciamutató szerinti sportági rangsor 7-7 kategóriával lett bővítve. Az eredeti sportági listáról azonban csak viszonylag kis arányban volt sérülések gyakoriságára vonatkozó sport- és bokaspecifikus adat fellelhető. Ugyanígy, a teljes szövegű feldolgozásra kiválasztott 119 publikációnak is csak mintegy fele szolgáltatott felhasználható adatokat. (34. táblázat)

**34. táblázat.** A teljes szövegű cikkek információtartalmának jellemzése az egyes incidenciamutatók szerint.

<b>Incidencia-mutató</b>	<b>Sportágak száma</b> (keresett sportágak %-ában)	<b>Publikációk száma</b> (feldolgozott teljes szövegű cikkek %-ában)
<b>Összes sérülés %-ában</b>	35 (57,38%)	72 (60,50%)
<b>N / 1000 fő / év</b>	30 (49,18%)	63 (52,94%)
<b>N / 1000 sportexpozíció</b>	30 (49,18%)	61 (51,26%)

Megjegyzendő, hogy a három incidenciamutató szerinti rangsorhoz összesen 78 publikáció adatait használtam fel. Mivel több cikket is találtam, ahol nem közöltek az egyes számításokhoz minden adatot, így nem volt törvényszerű, hogy a tökéletesebb mutatók számítására alkalmas cikkek az egyszerűbb mutatók számítására is alkalmasak voltak – esetenként csak bokaspecifikus adatokat közöltek, tehát nem volt adat minden sérülésre vonatkozóan, de előfordult az is, hogy nem közölték a mért populáció létszámát.

A sportági rangsorok eredményeinek változatossága is tükrözi az egyes mutatók egymástól eltérő természetét. A kézilabdázást és a jégkorongot példaként kiemelve láthatjuk, hogy a bokasérüléseknek az összes sérülés arányában mért incidenciája előbbiben a legmagasabb (46,37%), addig a jégkorong 14,70%-kal csupán a 25. helyen áll. E szempont szerint is összességében e listán szereplő 9 kontakt csapatsport szignifikánsan nagyobb incidenciát képvisel, mint az egyéb sportágak.

A példában szereplő két sportág az évi ezer főre eső bokasérülések számát tekintve már a raglistának teljesen más helyén áll: a jégkorong hatodik ezer főre jutó évi 308,4 sérüléssel, míg a kézilabda 199 sérülés/1000 fő/évvel csupán tizenötödik. Ez az egyetlen incidenciamutató, mely szerint a kontakt csapatsportokban mért incidenciatöbblet az egyéb sportokhoz képest nem szignifikáns. Egyértelmű torzítást okoz azonban, hogy a ranglistát vezető egyéb (tehát nem kontakt csapatsportok közé tartozó) sportágaknak magasabb szintjéről származnak az adatok: pl. a magasan listavezető tornasport esetén csak hivatásos tornászokról van adat, magas, heti 22 órás sportexpoziáció mellett. A kutatás időpontjában azonban olyan kevés számú feldolgozható cikk állt rendelkezésre, hogy a publikációk sportszint szerinti szelekciójára nem kerülhetett sor.

A bokasérüléseknek IFR, tehát a sportexpoziációt is figyelembe vevő incidenciamutató alapján felállított rangsorában végül a két példában szereplő kontakt csapatsport mindegyike az elsők között található: a listát a kézilabda vezeti, a jégkorong a nyolcadik. Mint már korábban említettem, a különbség a kontakt csapatsportok és az egyéb sportok incidenciája között szignifikáns.

A bokasérüléseknek egy, a kontakt csapatsportok jellegéből adódó incidenciatöbbletének pontos meghatározására azonban csak akkor kerülhetne sor, ha több,

átfogóbb ill. szigorúbb standardok mentén végzett epidemiológiai vizsgálatot lehetett volna feldolgozni. A jelenlegi hiányos adatok (sok sportban nincs adat) és a tanulmányok sokfélesége (incidencia-mutatók, sportsérülés definíciója, stb.) miatt erre egyelőre nincs mód. Az általam végzett összevetés (kontakt csapat sportok és egyéb sportágak incidencia-átlagai) alapján azonban valószínűsíthető, hogy a két számított átlag különbsége, azaz 0,65 sérülés /1000 sportexpozíció közelében lesz meghatározható egy „kontakt küszöb”. 0,8 feletti IFR-t – a már említett északi sísporton és hódeszkázáson kívül – jelenleg is csupán kontakt csapat sportokban lehet találni. Egyben ez a még meghatározandó küszöbérték lehetne a külső rögzítéseket nem alkalmazó különböző sérülés-megelőzési módszerek, így az alsó végtagi neurofacilitációs tréning által elérhető incidencia-csökkenés elvi maximális célja.

A különböző külső bokarögzítők mechanikai stabilizáló és preventív hatását már korábban és részletesen leírták.<sup>54-69</sup> Míg a lágy rögzítési eljárások kapcsán pozitív proprioceptív hatás is megfigyelhető,<sup>6,46,58,65,67,69</sup> addig félmerev ortézisek alkalmazása már negatívan hat a proprioceptív reflexre.<sup>70-71</sup> Minden mechanikai rögzítésre igaz azonban, hogy hosszú távon rontják a peroneus-izmok erejét és így a proprioceptív motoros választ is.<sup>57,59,69</sup>

Mann<sup>11</sup> és Konradsen<sup>46,207</sup> kutatásaik alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a proprioceptív funkció átmeneti vagy állandó elégtelensége az alsó végtagi akut szalagsérülések kialakulásában fő szerepet játszanak. Konradsen<sup>46,90,208</sup> végül arra a következtetésre jutott, hogy a boka jó proprioceptív szenzoros kontrollja kulcsfontosságú a sérülések valamint a krónikus funkcionális instabilitás kezelésében és megelőzésében. E felismerések a kezelési és megelőzési módszerek kutatását új irányba terelték: olyan módszereket kezdtek el keresni ill. már alkalmazott módszereket továbbfejleszteni, melyek a proprioceptív funkció javításával hatékonyan kezelik a funkcionális instabilitást, ill. csökkentik a sérülések incidenciáját. Így fejlesztették ki a neuromuszkuláris facilitációs tréninget, melynek hatását a balanszra többen is igazolni tudták, magát a proprioceptív funkciót fejlesztő hatását azonban nem.

Gauffin, Tropp és Odenrick<sup>83</sup> stabilometriás módszerrel mérték 8 hetes, heti 5x10 perces billenőplátós tréning hatását funkcionális felső ugróizületi instabilitásban

szenvedő betegeken. Véleményük szerint maga a módszer – Tropp addigi kutatási eredményeinek a tükrében<sup>79-82</sup> – az egyensúlyzavar csökkenése miatt hatásos. A tréningnek azonban elsősorban központi és nem perifériás hatást tulajdonítottak, mivel az egyensúly megtartása a nem sérült oldalon is javult.

Rozzi és munkatársai<sup>86</sup> szintén funkcionális instabilitásra hatva találták billenőplátós mérések alapján kedvezőnek a neurofacilitációs tréninget. E vizsgálat során a páciensek négy héten át heti 3 alkalommal végezték az előírt gyakorlatokat.

Bernier és Perrin<sup>85</sup> 3 csoportra osztva összesen 45 funkcionális instabilitásban szenvedő betegnél vizsgálta erőplatóval az egyensúlyzavar változását, valamint terhelés nélkül aktív és passzív bokaízületi pozícióérzés változását hat héten át. A kontroll csoport tagjai nem végeztek gyógytornát, míg a második (placebó) csoport bár fizioterápiás kezelést kapott, de ez tartalmazott nem célzottan neurofacilitációs gyakorlatokat. A harmadik (intervenciós) csoportban a neurofacilitációs tréninget heti 3x10 percben végezték. Míg az egyensúlyzavar az intervenciós csoportban egyértelműen javult, addig a propriocepciót illetően nem tudtak szignifikáns változást regisztrálni. Utóbbi okaként a szerzők többek között két olyan okot is felsorolnak, mely munkám szempontjából is lényeges. Egyrészt – bár hat héten át, de – a korábbi tanulmányokhoz képest alacsonyabb intenzitással végezték a vizsgálati alanyok a speciális tréninget. Másrészt megemlítik azt a tényt is mint lehetséges hibaforrást, hogy – ellentétben magukkal a gyakorlatokkal – a propriocepció mérése testsúlyterhelés nélkül történt.

A preventív hatás stabilometriai bizonyítékeként Hoffman és Payne<sup>84</sup> szintén erőplátón végzett mérésekkel talált 10 heti (3x10 perc/hét) tréning után javulást egészséges vizsgálati alanyokon.

Ashton-Miller és munkatársai<sup>209</sup> a nemzetközi irodalomban addig közölt ismeretek alapján írt összefoglaló cikkükben elismerik, hogy a bokasérüléseket követően vagy funkcionális felső ugróízületi instabilitás kezelésére alkalmazott gyógytorna pozitívan hat a peroneus-izomerőre és – következtetve a fent említett stabilometriai tanulmányok eredményeiből – centrális mechanizmusok révén az izmok koordinációjára. Nem találtak viszont bizonyítékot sem saját maguk, sem mások kutatásai alapján a neurofacilitációs tréning ízületi helyzetérzékelést, tehát a szoros értelemben vett propriocepciót javító hatására.

Ugyanezen szerző a boka helyzetérzékelés kutatásának igen szigorú követelményeit definiálta erről szóló könyvfejezetében.<sup>210</sup> Ashton-Miller véleménye szerint testsúlyterhelés nélküli mérések nem tudják jól reprodukálni és modellezni a valós helyzetet, így a proprioceptív szenzoros funkció mérésére olyan módszereket ajánl, mint amelyet Robbins és szerzőtársai<sup>68</sup> is alkalmaztak, és amelyet kutatásaim során munkatársaimmal magam is alkalmaztam.

Mind a primer sérülést, mind a recidív megbicsaklásokat illetően a járásnak, futásnak és az ugrásnak is a legfontosabb fázisa a talajfogás.<sup>211,212</sup> Ennek a tökéletes modellezéséhez a vizsgálati alanyoknak hirtelen kellene egy lábon érkeznie egy váratlan lejtésszögű és -irányú felszínre. Ez természetesen igen sérülésveszélyes, ezért kutatási célokra alacsonyabb sebességgel ennek a megközelítő modellezését ajánlják.

Az általunk is alkalmazott Robbins-féle dobogó-teszt a fentiek alapján jól modellezi a talajfogást, mivel a vizsgálati alanyok teljes testsúlyukkal terhelték a vizsgált oldali lábat. A lejtők meredeksége és iránya váratlan volt, de a terhelt felület egyenletes és csúszásmentes anyaggal volt bevonva, miáltal a vizsgálat során a sérülés veszélye jelentősen csökkent. Ennek ellenére ez a módszer is egyfajta kompromisszumot jelent, mivel a vizsgálati alanyok nem végeznek a sérülések többségében tipikus előre irányú mozgást és a sebesség is alacsonyabb a valós sportszituációhoz képest.<sup>212</sup> Ennek ellenére a módszert már korábban több szerző is elismerte, mint a bokaízületi helyzetérzékelés mérésére alkalmas módszert.<sup>69,90,210</sup>

Tapasztalatunk szerint a dobogó-teszt fő előnye, hogy nem igényel bonyolult technikai eszközöket és klinikai körülmények között is könnyen alkalmazható. Hátránya viszont, hogy igen időigényes, aktuális sérülés esetén nem alkalmazható és a vizsgálati alanyok részéről bizonyos fokú kommunikációs és kognitív képességeket feltételez.

A kontroll-csoporton végzett vizsgálat során a módszer megbízhatóságát hasonlóan magasnak találtuk (minden irányt együttesen figyelembe véve: 0,92) mint Robbins és társai<sup>68</sup> a módszer eredeti leírásakor (0,91). Ezek az értékek megfelelnek a Snodgrass által más anatómiai régiók hasonló pszchofizikális mérései során észlelt magas, 0,90 feletti megbízhatósági indexnek.<sup>213</sup>

Robbins és munkatársai közleményükben nem indokolják, miért éppen 10°-tól 25°-ig kapott becslések abszolút hibáinak átlagával végezték statisztikai számításaikat.<sup>68</sup>

Munkám során a kontroll csoport eredményei kapcsán viszont kimutathatóvá vált, hogy  $0^\circ$  és  $5^\circ$  között az abszolút becslési hiba szorosan korrelál a dobogó meredekségével, de  $7,5^\circ$  felett ez a korreláció megszűnik. (5. táblázat) Ezek szerint tehát a  $0^\circ$ - $5^\circ$ -os szögtartományban végzett mérések nem elhanyagolható mértékben képesek elfedni a felsőbb szögtartományokban észlelhető magasabb becslési hibákat, ezért statisztikai számításainkat kizárólag a  $7,5^\circ$  és  $25^\circ$  közötti szűkített szögtartományban végeztük. Ez összhangban van azzal az elvi biomechanikai megfontolással, miszerint a boka megbicsaklásának az esélye a talaj lejtésének alacsonyabb mértéke esetén csekélyebb.

A boka proprioceptív szenzoros funkciójának mérése során nyert és a statisztikai analízishez alkalmazott átlagos abszolút becslési hiba, mint mértékegység elviekben lehetőséget ad eredményeinknek más kutatócsoportok eredményeivel történő összehasonlítására. Fontos azonban megemlíteni, hogy az e mértékegységet alkalmazó korábbi vizsgálatok túlnyomó része testsúlyterhelés nélküli tesztek alapján nyerte az átlagos abszolút hibát,<sup>207,214,215</sup> és az átlagot rendszerint kevesebb mérésből származtatták.<sup>68,214,215</sup>

A kontroll csoport vizsgálata során – összhangban Konradsen<sup>207</sup> és Ashton-Miller<sup>210</sup> véleményeivel – nem találtam sem a négy irányt együttevén, sem irányonként szignifikáns különbséget domináns ( $\overline{ABH}=3,32^\circ\pm 1,23^\circ$ ) és nem domináns bokák ( $\overline{ABH}=3,26^\circ\pm 1,08^\circ$ ) proprioceptív szenzoros funkciója között. Ugyanígy nemek közötti különbség sem volt kimutatható ( $\overline{ABH}_{\text{férfiak}}=3,23^\circ\pm 1,34^\circ$ ;  $\overline{ABH}_{\text{nők}}=3,34^\circ\pm 0,94^\circ$ ;  $p=0,4529$ ).

A speciális neurofacilitációs tréning preventív hatásának első indirekt bizonyítékait funkcionális instabilitásban szenvedő, konzervatíván kezelt betegek vizsgálata során kerestem.

A vizsgálat tervezésekor fontos volt a tréning időtartamának és intenzitásának a kérdése. A proprioceptív hatáshoz szükséges minimális időtartamról és intenzitásról természetesen nem találtunk irodalmi utalásokat, Matsusaka és munkatársainak az egyensúly változásaira vonatkozó munkája<sup>87</sup> volt tehát számunkra az irányadó. E kutatócsoport egy tíz hetes, heti  $5\times 10$  perces tréningprogram alatt kéthetente vizsgálta erőplató segítségével 22, krónikus felső ugróízületi instabilitásban szenvedő betegen az egyensúlyzavar változását. Ez négy hét után már javulást mutatott, hat hét elteltével

pedig már normalizálódott. Matsusaka és mtsai eredményeire alapozva határoztuk meg 6 hétben a tréning időtartamát, intenzitását pedig – más fizioterápiás kezelésekhez hasonlóan – heti 3x45 percben definiáltuk. Ezzel a tréninget valóban terápiás intenzitással, szakképzett gyógytornászok irányítása és felügyelete alatt végezték a vizsgálati alanyok. A magasabb intenzitás révén egyúttal a propioceptív szenzoros funkció egyértelműbb változása is várható volt.

A tréningprogram megkezdése előtt a négy lejtőirányt együttevén és egy irány kivételével minden egyes irányban is a sérült oldalon az ízületi helyzetérzékelés szignifikánsan rosszabb volt, mint a tíz egészséges kontroll 20 bokájának esetében (7. táblázat), míg az ép oldalak és a kontroll csoport átlagos abszolút becslési hibái között nem volt szignifikáns különbség. A négy irányt együttevén az instabil bokák átlagos abszolút becslési hibája az ép oldallal és a kontrollokkal egyszerre összehasonlítva is szignifikánsan magasabb volt. Ezzel egyértelmű bizonyítást nyert, hogy funkcionálisan instabil bokákon az ízületi helyzetérzékelés romlik.

A 6 hetes terápiás tréninget követően a terápiás csoport 20 bokájának ízületi helyzetérzékelése minden irányt együttevén szignifikánsan javult. A tréning terápiás jellege – tehát a sérült oldal intenzívebb kezelése – abban tükröződik, hogy a sérült oldalon a javulás szignifikánsan erősebb, mint az egészséges oldalon. Ennek megfelelően, míg a sérült oldalakon az átlagos abszolút becslési hiba csökkenése szignifikáns volt, addig az ép oldalon – bár szintén csökkenés volt megfigyelhető – e változás nem volt szignifikáns. Egészséges kontrollokhoz képest ( $\overline{ABH}=3,29^{\circ}\pm 1,15^{\circ}$ ) a 20 mért boka összességében ( $\overline{ABH}=3,25^{\circ}\pm 1,23^{\circ}$ ) a korábbi szignifikáns különbség kiegyenlítődött. Ugyanígy a sérült és ép bokák közötti tréning előtt mért szignifikáns különbség is kiegyenlítődik a hathetes kezelés végén. A kontroll csoporthoz viszonyítva a sérült bokák korábban szignifikánsan rosszabb ízületi helyzetérzékelése jelentősen javult, sőt nem szignifikánsan de alacsonyabb átlagos abszolút becslési hiba volt regisztrálható. Ezzel ellentétben – a terápiás tréning unilaterális természetének megfelelően – az ép oldal és a kontroll csoport viszonya lényegében nem változott.

Mindezek a változások egyértelműen a neurofacilitációs tréningnek a propioceptív szenzoros funkciót javító terápiás hatását bizonyítják. Munkám szempontjából azonban még lényegesebb a preventív hatás indirekt jeleinek a vizsgálata, melyre a terápiás csoport lejtőirányonkénti eredményeinek áttekintése ad lehetőséget.



Még a tréning megkezdése előtt irányonként – egy kivétellel – minden irányban szignifikánsan rosszabb volt a sérült bokák proprioceptív szenzoros funkciója, mint az egészséges kontrolloké. Az egyetlen kivételt a hátsó irány esetén regisztrálhattuk. Ez logikus is abból a szempontból, mivel e lejtőkön elsődlegesen a láb flexorainak proprioceptív funkciója érvényesül, melyek szupinációs sérülésekben nem vagy csak kevésbé érintettek. Mindezzel összhangban a tréning előtt az egészséges oldal és a kontroll csoport irányonkénti eredményei között nincs szignifikáns különbség.

A tréninget követően – bár az egyes irányokat összevetve az átlagos abszolút becslési hiba változása között nincs szignifikáns különbség – a terápiás csoport mind a 20 bokáját együttevén szignifikáns javulást be és hátra irányokban regisztrálhatunk. Az egészséges kontrollokkal összehasonlítva a hátra irányban szignifikánsan alacsonyabb a terápiás csoport húsz bokájának átlagos abszolút becslési hibája, míg a többi három irányban nincs szignifikáns differencia. Fontos itt újra megjegyezni azt is, hogy a tréning előtt csak a hátra irányban nem volt szignifikáns különbség a két csoport között! Különvéve sérült és egészséges oldalakat fontos leszögezni, hogy az egészséges oldalt tekintve szignifikáns javulást egyik irányban sem regisztrálhattunk. Ennek magyarázatát a terápiás tréningnek abban a jellegzetességében látom, hogy ennek során a sérült oldal fejlesztése az elsődleges cél. A sérült oldalon szignifikáns javulást – ugyanezen bokák tréning előtti eredményeihez képest – csupán a hátra irányú lejtőkön tapasztaltunk. Ennek okát egyrészt abban látom, hogy a szupinációs sérülések során a láb flexorai nem érintettek, viszont a többi irányt tekintve azon vizsgálati alanyoknál, ahol a dinamikus rendszeren maga a proprioceptív afferentáció is sérült, a tréning nem lehet hatékony. (Három vizsgálati alany esetén ez egyértelművé is vált, náluk később műtéti stabilizálásra került sor.) A csupán a hátsó irányban észlelhető szignifikáns javulás másik oka az lehet, hogy a tréning időtartama túl rövid volt, így az instabilitás által érintett izomszövetek (másik három irányban mérhető) proprioceptív funkciója nem javulhatott szignifikáns mértékben. Egy harmadik elvi magyarázat lehet a flexorok relatív nagyobb izomtömege, így a proprioceptorok abszolút nagyobb mennyisége.

A sérült bokákat az egészséges kontrollokhöz viszonyítva a tréning után a hátra irányú lejtőkön szignifikánsan alacsonyabb átlagos abszolút becslési hibákat mérünk – a tréning előtt csak ebben az irányban nem volt szignifikáns a különbség. Az egészséges oldalhoz képest mért proprioceptív deficitet tekintve is csak a hátra irányú lejtőkön volt

szignifikáns különbség a tréning előtti ill. utáni deficitet összehasonlítva. Mindezek az eredmények azt jelzik, hogy a neurofacilitációs tréningnek igen kifejezett pozitív hatása van a krónikus funkcionális felső ugróízületi instabilitásban nem érintett izomcsoportok proprioceptív szenzoros funkciójára is. A tréning után ezen izomcsoportnak a kontrollokhoz viszonyított jobb proprioceptív szenzoros funkciója a tréning preventív hatásmechanizmusának az indikátora.

Összességében a terápiás csoport eredményei egyértelműen pozitív választ adnak Ashton-Miller és szerzőtársainak a kérdésére, akik cikkükben – vonatkozó kutatási eredmények hiányában – kételkedtek a neurofacilitációs tréning propriocepciót javító hatásában.<sup>209</sup>

A neurofacilitációs tréning preventív alkalmazásával kapcsolatosan eddig még nem írták le a proprioceptív szenzoros funkció javulását. Épp ennek vizsgálata volt munkám központi tárgya egy nagy rizikójú sportágban. Mint láthattuk, bokasérülések a legmagasabb incidenciával a kézilabdázásban fordulnak elő. Ezért kerestem vizsgálatomhoz e sportágban egy együttműködő partnert, melyet a Cornexi Alcoa női kézilabda-csapatában találtam meg.

Az Országos Sportegészségügyi Intézet szakképzett gyógytornászai segítségével megismertettük a csapat szakmai stábjával a neurofacilitációs tréning eddig leírt előnyeit, ill. annak a rendszeres edzésprogramba történő integrációjának a lehetőségeit. Gyakorlatban a neurofacilitációs elemeket felkészülési időszakban heti 3x30 perces, versenydőszakban heti 2x30 perces intenzitással lehetett a csapat rendszeres munkájába beépíteni.

A méréseket – a klub vezetésével történő egyeztetés után – a csapat gerincét alkotó 12 játékoson végeztük. Csak az ő esetükben volt ugyanis reális esély arra, hogy legalább másfél éves (18 hónapos) utánkövetési idővel vizsgáljam a neurofacilitációs gyakorlatok hosszútávú proprioceptív szenzoros hatását. Végül egy játékos visszavonulása ill. egy további játékos eladása miatt összesen tíz játékos utánvizsgálatára kerülhetett sor. Az így vizsgált húsz boka más hasonló proprioceptív vizsgálatokhoz viszonyítható nagyságú vizsgálati mintát biztosított.<sup>52,67,68,85,212,214,215</sup>

A módosított edzésprogram bevezetése előtt a kézilabdázók bokáin mért átlagos abszolút becslési hiba a négy irányt együttevve szignifikánsan és irányonként is (be és

előre szignifikáns mértékben) nagyobb volt, mint az egészséges kontrollok esetén. A terápiás csoport összességéhez viszonyítva a prevenció csoport eredményei az intervenciót megelőzően minden szempontból hasonlóak voltak – a kontrollokkal összevetve is mindkét csoportban azonos összefüggéseket találtam a tréningek bevezetése előtt. Ez egyértelműen felveti a krónikus instabilitás illetve a korábbi bokasérülések hatását az ízületi helyzetérzékelésre a kézilabdázóknál is.

A prevenció csoportban egyoldali krónikus funkcionális felső ugróízületi instabilitást öt esetben, kétoldalt egy játékosnál regisztráltam. Érdekes módon a játékosok részéről funkcionálisan instabilnak jelzett bokáinak (bizonytalanság érzés és rendszeres megbicsaklások) a négy irány összességében mért átlagos abszolút becslési hibái valamivel alacsonyabbak voltak, mint a többi bokának a prevenció csoportban. Sőt, míg a tréning csoporthoz viszonyítva az instabil bokák proprioceptív szenzoros funkciója nem szignifikánsan jobb volt, addig az egészséges oldalakon a prevenció csoportban szignifikánsan rosszabb volt az ízületi helyzetérzékelés, mint a terápiás csoportban. Ennek magyarázata véleményem szerint az, hogy bár a funkcionális instabilitás megbízhatóan detektálható, a korábbi sérülésekre vonatkozólag a teljes sérülési anamnézis megbízható felvétele gyermekkoruk óta versenyző sportolóknál nem lehetséges.<sup>216</sup> A korábbi sérüléseknek pedig egyértelműen lehet negatív hatása a proprioceptív funkcióra a különböző alkotóelemek sérülése révén létrejövő parciális deafferentáció által. Véleményem szerint azonban a prevenció tréningből legalább annyit profitálhatnak a szubjektíven még nem instabil, de korábbi sérülésekből kifolyólag proprioceptív szenzoros funkciójukban gyengült bokák, mint a funkcionálisan instabil bokák.

A fenti gondolatokat támasztja alá egyrészt, hogy a prevenció csoport egészének irányonkénti ill. összesített lejtőiránytól független átlagos abszolút becslési hibái a neurofacilitációs tréninget megelőzően a terápiás csoport ép ill. sérült bokáinak értékei között voltak. Másrészt, ha a prevenció csoportból csak az unilaterálisan instabil alanyokat vizsgáljuk, akkor – a terápiás csoporthoz hasonlóan – az egészséges oldalon alacsonyabb az átlagos abszolút becslési hiba. Ugyanezen alanyok egészséges ill. instabil bokáinak összehasonlításakor a terápiás csoport egészséges ill. instabil bokáival nem találunk szignifikáns különbséget.

Mindezek miatt lényegesebbnek tartom a prevenció csoportot egészében vizsgálni, szem előtt tartva, hogy egyesek találhatók benne proprioceptív funkciójukban gyengült és egészséges bokák. Mindazonáltal az eredmények tárgyalása során fontosnak tartottam közölni ép és funkcionálisan instabil oldalak eredményeit annak a bizonyítására, hogy mind az ép, mind az instabil bokák egyformán jól és szignifikánsan javultak.

Munkám legfontosabb eredménye pedig éppen az, hogy a módosított edzésprogram hatására a proprioceptív szenzoros funkció a prevenció csoportban mind a négy lejtőirányt együttevén, mind irányonként erősen szignifikáns mértékben javult. (Az egyes lejtőirányok között azonban nincs szignifikáns különbség a proprioceptív szenzoros funkció javulásának a mértékében.) Ez a változás az egészséges kontrollokhoz képest is hasonló, azzal az egyetlen különbséggel, hogy az előre lejtőkön a korábban szignifikánsan rosszabb funkció – bár az összes lejtőirány közül a legnagyobb mértékben javult – 20 hónap elteltével éppen csak nem szignifikáns mértékben lett jobb. Ezáltal igazolódott a „proprioceptív tréning” általánosan már elterjedt, de hasonló evidencia hiánya ellenére alkalmazott elnevezésének a jogossága is.

Míg a terápiás csoportéhoz hasonló kiindulási adatokat regisztrálhattunk, addig hosszú távon a prevenció csoport eredményei mind az utánvizsgálatkor észlelt átlagos abszolút becslési hibák mértékében, mind az átlagos abszolút becslési hiba javulását tekintve jobbak voltak, mint a terápiás csoporté – mind összességében, mind sérült ill. ép oldalak relációjában. Ez azt is bizonyítja, hogy a tréning hosszú távú hatása igen erős, tehát a terápiás alkalmazás során is előnyös, ha a krónikus funkcionális felső ugróizületi instabilitásban szenvedő betegek alacsony intenzitással, de tartósan végeznek proprioceptív gyakorlatokat.

A prevenció és a terápiás csoport posztintervenció eredményei között csak a laterális instabilitás által kevésbé érintett be és hátrafelé irányok esetén nem találtam szignifikáns különbséget. Ez további bizonyíték arra a teóriára, hogy a boka szupinációs sérülései folyamán az érintett mozgatórendszeri struktúrák proprioceptorainak parciális deafferenciációja alakul ki, melynél fogva a nem érintett struktúrákkal kapcsolatos proprioceptív szenzoros funkció már rövidebb idő alatt tud jelentősen javulni.

A terápiás csoport instabil bokáihoz képest azonban csak a kifelé irányú lejtőkön volt szignifikánsan jobb a prevenció csoportban a tréning folyamán elért javulás. Ez természetesen a terápiás tréning unilaterális természetéből adódik, de egyben azt is jelzi, hogy hat hét alatt erős változás érhető el. Mindazonáltal, a prevenció csoportban a nem instabil bokákhoz hasonlóan az instabil bokákon is minden egyes irányban szignifikáns volt az átlagos abszolút hiba csökkenése, szemben a terápiás csoport instabil oldalaival, ahol irányok szerint csak a hátra irányban volt szignifikáns a javulás. Így ismét kérdésessé válik, hogy elégséges-e a terápiás tréning folyamán a kívánt proprioceptív hatás eléréséhez a hathetes időtartam.

A prevenció csoportban domináns és nem domináns oldalak propriocepciója a tréningprogram hatására mind a négy lejtőirány összességében, mind irányonként közel egyforma mértékben javult. A tréning bevezetése előtt és után az átlagos abszolút becslési hiba egyedül a hátra irányban mért posztintervenció eredményeknél volt szignifikánsan alacsonyabb a domináns oldalon, mint a nem domináns oldalon. Ez az eredmény ellentmond az oldaldominancia szerepét vizsgáló minden saját eredményemnek, de más szerzők eredményeinek is.<sup>207,210</sup>

A tréning preventív hatékonyságának a bizonyítására természetesen a sérülések incidenciáját is regisztráltam. Ez a proprioceptív funkciót fejlesztő gyakorlatok bevezetése előtti 0,88 bokasérülés /1000 sportexpozícióról 62,1%-kal 0,34 bokasérülés /1000 sportexpozícióra csökkent. Az edzésprogram módosítása előtti adatok a bokasérülések sportspecifikus incidenciájának meghatározásához felhasznált, kézilabdával kapcsolatos cikkek közül két relatív alacsonyabb incidenciát közlő publikáció eredményeihez hasonlíthatók. Seil és szerzőtársai 186 kézilabdázót 10 hónapon át figyeltek meg, ennek során az incidencia 0,74 bokasérülés /1000 sportexpozíció volt.<sup>151</sup> Wedderkopp és munkatársai 237 ifjúsági korú norvég női versenysportoló kézilabdázó sérüléseinek 10 hónapos regisztrációja során talált 0,80 bokasérülés /1000 sportexpozíciós incidenciát.<sup>152</sup>

Mint látható, megbízható epidemiológiai tanulmányok jóval nagyobb populációkat vizsgálnak, mint egy proprioceptív vizsgálat. Megbízható epidemiológiai következtetéseket tehát saját prevenció vizsgálati csoportomból nem lehet levonni, a regisztrált incidencia-csökkenés csak indikátora a prevenció csoportban alkalmazott

proprioceptív tréning hatékonyságának. Tanulmányomnak ez azért sem volt elsődleges célja, mivel a tréning hatékonyságát a sportsérülések megelőzésében – szigorú értelemben vett proprioceptív hatásának kimutatása előtt<sup>210</sup> – már többen is bizonyították.

Caraffa és szerzőtársai<sup>73</sup> több mint egy évtizeddel ezelőtt vizsgálták három éven át 40 alacsonyabb osztályú olasz labdarúgó-csapat 600 játékosánál speciális – általuk már proprioceptívnek nevezett – gyakorlatok hatását az elülső keresztszalag (LCA) sérüléseinek incidenciájára. Háromszáz futballista képezte az intervenciós csoportot: napi 20 perces öt fokozatban egyre nehezedő gyakorlatsort végeztek különböző billenőplatókon. A változatlan edzésprogramot végző 300 fős kontroll csoporthoz képest erősen szignifikánsan ( $p < 0,0001$ ) alacsonyabb volt az intervenciós csoportban az LCA-sérülések incidenciája.

Myklebust és mtsai<sup>74</sup> 1998. és 2001. között I-III. osztályú norvég női kézilabdázókon végeztek hasonló prospektív vizsgálatot. Az első, kontroll évben 60 csapat 942 játékosán regisztrálták az LCA-sérülések számát. Ezt követően két idényen át végzett 58 majd 52 csapat 855 ill. 850 játékos egy ötfázisú, alkalmanként 15 perces gyakorlatsort a rendszeres edzésprogram részeként. A tréningprogram három különböző – a szerzők leírása szerint a neuromuszkuláris kontroll javítására összpontosító – egyensúlygyakorlatból, valamint a talajfogást tökéletesítő gyakorlatokból állt. Az első osztályú kézilabdázóknál az LCA-sérülések száma szignifikánsan kevesebb volt azoknál a csapatoknál, melyek alkalmazták az előírt tréningprogramot, a speciális gyakorlatokat nem alkalmazó csapatokkal szemben.

Az LCA-sérüléseken kívül egyéb alsó végtagi sérülések incidenciájának változását hasonló tréningprogram hatására első ízben Petersen és társai vizsgálták.<sup>77</sup> Myklebust és mtsaihoz hasonlóan félprofli és amatőr versenyszintű női kézilabdázókat vizsgáltak prospektíven, 10-10 csapatot (134 ill. 142 játékos) egy idényen át. Az intervenciós csoport 134 játékos egyrészt a jellegzetes sérülési mintázatokról kapott információt, másrészt billenőplató és speciális ugrás-talajfogási gyakorlatokat végeztek. Mindkét csoportban a leggyakoribb diagnózis a külboka szalagsérülése volt, a kontroll csoportban 12, az intervenciós csoportban 8 alkalommal – az intervenciós csoportban az IFR 42%-kal alacsonyabb volt, mint a kontrollok esetén. E vizsgálat tehát elsőként következtetett arra, hogy a térd sérülésein kívül a boka sérülései is megelőzhetők egy

speciális – a szerzők megnevezése szerint proprioceptív és neuromuszkuláris – tréningprogram segítségével.

Mint láthatjuk, egyedül Myklebust és szerzőtársai tartózkodtak az alkalmazott gyakorlatoknak proprioceptív tréningként való elnevezésétől, bár ők sem zárták ki a tréning pozitív hatását a propriocepcióra. Munkám segítségével azonban maga a hatásmechanizmus is bizonyításra került. A hatásmechanizmus bizonyításának gyakorlati jelentőségét leginkább a külső rögzítők és a preventív tréning közötti választás eldöntésében látom.

Mint korábban tárgyaltuk, a külső rögzítők pozitív mechanikai stabilizáló hatásuk mellett tartósan rontják a felső és alsó ugróízületi stabilitásban kulcsfontosságú dinamikus stabilizátorokat. A különböző ortézisek, ragasztási technikák tartós alkalmazásával tehát a funkcionális instabilitás ellen ható két tényező, a jó proprioceptív funkció és a jó peroneus-izomerő is kárt szenved. E két tényező azonban a proprioceptív tréning alkalmazásával jól kondicionálható.

Másrésről le kell szögezni azt is, hogy a tréning a mechanikus stabilitásra nem hat. Nagy rizikójú helyzetekben preventív céllal rendszeresen alkalmazott proprioceptív tréning ellenére is meggondolandónak tartom tehát külső rögzítés, leginkább ragasztás (taping) rövid idejű alkalmazását sérülések megelőzése céljából.

Vizsgálataim és tanulmányaim alapján tehát minden nagy rizikójú sportágban, jellemzően kontakt csapatsportokban, a boka sérüléseinek megelőzése végett *a proprioceptív tréning integrációját a rendszeres edzőmunkába kívánatosnak tartom*. A dinamikus stabilizátorok tréning által javított védő funkciója azonban a teljes sportaktivitásnak csupán kis hányadát kitevő, de nagyobb relatív sérülési rizikót jelentő versenydőben nem pótolhatja a külső rögzítők nyújtotta mechanikai védelmet. Mindazonáltal a tréning nyújtotta bokasérülések elleni védelmet elegendőnek tartom ahhoz, hogy versenydőn kívül – bizonytalanságérzést okozó mechanikus instabilitás esetét kivéve – a felső és alsó ugróízület sérüléseit megelőzze.

## 6. Következtetések

### 6.1 Válaszok a felvetett kérdésekre

1. A bokasérülések sportspecifikus incidenciájának a nemzetközi irodalomban található epidemiológiai adatok alapján történő meghatározása során az alábbi következtetésekre jutottam:

- a) Bokasérülések sportspecifikus incidenciájának a meghatározására, és az egyes sportágakban regisztrált incidenciák összehasonlítására a *sportexpozíció-alapú incidencia-mutató* a legalkalmasabb. Ez gyakorlatban ezer vagy tízezer sportóra jutó sérülések számát adja meg. Az incidencia összes sérülések hányadaként kifejezett ill. évente ezer főre kivetített mértékegységeinek információ-tartalma korlátozott, a sportexpozíció-alapú mutatóhoz képest többlet-információt nem hordoznak.
- b) A keresés időpontjában elérhető 119 sport- és bokaspecifikus adatokat közlő nemzetközi publikációnak csupán 51,26%-a (61 publikáció) tartalmazott összehasonlításra alkalmas, sportexpozíció-alapú epidemiológiai adatokat.
- c) A nyert epidemiológiai adatok tükrében a legmagasabb incidenciával a kézilabdázás bír, ezt az északi sísport, majd a rangsor további hat helyén öt kontakt csapatsport (amerikai futball, kosárlabdázás, labdarúgás, röplabdázás, jégkorong) követi.
- d) Az általam az irodalmi adatok alapján felállított sportági rangsor szerint a bokasérülések veszélye statisztikailag bizonyíthatóan kontakt csapatsportokban a legnagyobb.
- e) Az eddigi irodalmi adatok hiányosságai miatt statisztikai számításokkal egy, a kontakt csapatsportok jellegéből adódó incidencia-többlet biztosan nem határozható meg, a számított incidencia-átlagok alapján azonban 0,65 sérülés /1000 sportexpozíció érték körül becsülhető.



2. Az alsó végtagi neurofacilitációs tréning rövid távú terápiás hatását a boka proprioceptív szenzoros funkciójára krónikus felső ugróizületi instabilitásban szenvedő fiatal sportolókon vizsgáltuk. A jelen értekezés szempontjából releváns kérdésekre az alábbi válaszokat kaptam:

- a) A lábszár flexorainak, mindenekelőtt a m. triceps surae ízületi pozícióérzése, melyet a proprioceptív szenzoros vizsgálatok során a hátsó lejtőirány képvisel, a terápiás csoport instabil bokáin az ismétlődő szupinációs sérülések ellenére nem tért el az egészséges kontrollok ugyanezen lejtőirányon mért értékeitől.
- b) A neurofacilitációs tréning rövid távú terápiás alkalmazása révén a lábszár flexorainak proprioceptív szenzoros funkciója szignifikánsan javul.
- c) Tréning után ezen izmok esetén az ízületi pozícióérzés szignifikánsan jobb az egészséges kontrollokéban megfigyelhetőnél.

3. Az alsó végtagi neurofacilitációs tréning hosszú távú preventív hatását a boka proprioceptív szenzoros funkciójára a nemzetközi irodalmi adatok alapján legnagyobb rizikójúnak talált sportág, a kézilabdázás versenysportolói vizsgáltuk. Ennek folyamán a felvetett kérdésekre a következő válaszokat kaptam:

- a) A vizsgált sportolók bokáinak proprioceptív szenzoros funkciója jelentősen javult, e változás mind az egyes lejtőirányokban, mind irányfüggetlenül szignifikáns. A változás mértéke a lejtőirányoktól független, tehát a lejtőirányoknak megfelelő funkciót ellátó izomcsoportok között nem mutat szignifikáns különbséget.
- b) Domináns és nem domináns oldali bokák proprioceptív szenzoros funkcióinak változása tekintetében nem találtam különbséget.
- c) Míg a neurofacilitációs edzéselemek bevezetése előtt a kézilabdázók bokáinak proprioceptív szenzoros funkciója egészséges, de korábban a proprioceptív funkció javulását célzó edzésben ill. kezelésben nem részesült versenysportoló kontrollokhoz képest rosszabb volt, addig a rendszeres edzésprogram módosítása után 20 hónappal egyértelműen jobbnak bizonyult.

4. A preventív céllal bevezetett tréning bokasérülési epidemiológiai hatásaival kapcsolatban az alábbi következtetésekre jutottam:
- a) Bár a vizsgált kézilabda-csapat esetén a bokasérülések incidenciája jelentősen, 62,1%-kal csökkent, az epidemiológiai vizsgálatokkal szemben támasztott követelményekhez képest kis méretű populáción tettem e megfigyelést, ezért e változást mindössze a preventív hatás indikátoraként lehet értékelni.
  - b) A prevenció csoportot képviselő kézilabda-csapat intervenció előtti incidencia-mutatója ill. a bokasérülési incidenciája változása megfelel kézilabdázókon végzett más, nagyobb volumenű epidemiológiai vizsgálatok során észlelt sérülési mutatóknak.

## 6.2 Ajánlások

1. Javaslom a sportsérülések megelőzési stratégiáinak kidolgozásához alapvető fontosságú epidemiológiai tanulmányok szigorúbb standardok alapján történő kivitelezését, mely egységes fogalmak mentén az incidenciát sportexpozíció-alapú kifejezést jelenti.
2. A neurofacilitációs vagy más néven neuromuszkuláris tréning pozitív propioceptív hatását mind terápiás, mind prevenció alkalmazás során bebizonyítottam. Ez alapján javaslom a módszer – más szerzők által már evidenciák hiányában korábban is alkalmazott – *proprioceptív tréning* elnevezését.
3. Eredményeim alapján 6 hetes propioceptív tréning után javuló krónikus instabilitás esetén a terápiás eredmények fenntartása ill. javítása céljából a tréning tartós és rendszeres, alacsony intenzitású (heti 2x30 perces) végzését ajánlom.
4. A legnagyobb rizikójú, kontakt csapatsportokban elengedhetetlenek, de egyéb sportokban is javasoltnak tartom bokasérülések megelőzése végett propioceptív gyakorlatok integrációját a rendszeres tréningprogramba.

## 7. Összefoglalás

Tanulmányom fő célja a boka szalagsérüléseinek megelőzésében epidemiológiai szinten már igazolt hatékonyságú neurofacilitációs tréning pozitív proprioceptív hatásának a bizonyítása volt preventív alkalmazás során, nagy rizikójú sportág versenysportolóiin.

Első lépésben a legnagyobb rizikójú sportág kiválasztásához a boka sérüléseinek sportspecifikus incidenciáját határoztam meg összehasonlítható irodalmi adatok alapján. 2002. februárjáig megjelent 119 releváns publikációból teljes szövegű feldolgozása után csupán 61 szolgáltatott összehasonlítható, sportexpoziáció-alapú sport- és bokaspecifikus incidencia-adatokat. Ezek alapján a bokasérülések veszélye a kontakt csapatsportokban, ezen belül is a kézilabdázásban a legnagyobb.

A neurofacilitációs tréning 6 hetes terápiás alkalmazása során krónikus felső ugrózületi instabilitásban szenvedő fiatal sportolókon megfigyeltem, hogy a sérült oldalon a lábszár flexorait reprezentáló hátsó irányú lejtőkön egészséges kontrollokhoz képest a proprioceptív szenzoros funkció tekintetében a tréning előtt nem volt szignifikáns különbség; a tréning után viszont jelentősen javult és szignifikánsan jobb lett, mint a kontroll csoportban. Ez indirekt jele a tréning preventív hatásának.

A tréning preventív alkalmazásának proprioceptív szenzoros hatását – az epidemiológiai adatokkal összhangban – egy első osztályú női kézilabdacsapat tíz sportolójának húsz bokáján vizsgáltam. Ennek során minden lejtőirányban és irányfüggetlenül is erősen szignifikánsan javult a boka proprioceptív szenzoros funkciója, az egészséges kontrollokkal való összevetésben is. Ez igazolja a megelőzési módszer „proprioceptív tréning” elnevezésének jogosságát is.

Az egyes irányonkénti fejlődésben, ill. domináns és nem domináns oldalak fejlődésében szignifikáns különbség nincs. A terápiás csoporttal összehasonlítva kijelenthető, hogy krónikus instabilitásban szenvedő betegeknél a proprioceptív tréning sikeres terápiás alkalmazását követően ajánlott a tréning alacsonyabb intenzitású tartós végzése.

A proprioceptív gyakorlatok preventív alkalmazása során az incidencia-mutatók korábbi, átfogó epidemiológiai tanulmányokéihoz hasonlóan alakultak.

Végző következtetésként, a legnagyobb rizikójú, kontakt csapatsportokban elengedhetetlennek, de egyéb sportokban is javasoltnak tartom bokasérülések megelőzése végett proprioceptív gyakorlatok integrációját a rendszeres tréningprogramba.

## Summary

Main goal of my study was to prove the positive proprioceptive effect of a preventively applied neuromuscular training in competitive athletes of a high-risk sport – with an epidemiologically already proven preventive effect on ankle ligament injuries.

First, in order to identify the sport with the highest injury-risk, I defined the sports-specific incidence of ankle injuries based on comparable literature data. Processing 119 relevant papers in full-text, published until February 2002, only 61 provided comparable exposition-based, sports- and ankle-specific incidence data. Based on these data, contact team sports feature the highest injury-risk, with handball at the top of the list.

Applying the neuromuscular training in a therapeutic fashion for 6 weeks on young athletes with chronic lateral talocrural instability I observed, that the proprioceptive sensory function of the ankle plantarflexors – represented by the posterior slopes – on the injured side didn't differ significantly from healthy controls before the start of the programme; at follow-up this function improved vastly and became significantly better, compared to controls. This is an indirect sign on the preventive effect of the training.

In accordance with the epidemiological data I examined the proprioceptive sensory effect of preventively applied neuromuscular training on twenty ankles of ten elite-level female handball players. As a result proprioceptive sensory function of the ankle improved in all directions as well as in every single directions strongly significant, also in comparison to healthy controls. This also justifies the name “proprioceptive training” for this preventive method.

Regarding improvement between single directions, and also between dominant and non-dominant sides, there were no significant differences. In comparison to the therapeutic group it can be stated, that in patients with chronic lateral talocrural instability proprioceptive training should be continued on long-term at a lower intensity after it was successfully applied therapeutically.

While applying proprioceptive drills in a preventive fashion, incidence changes have been similar to those of earlier epidemiological studies, investigating larger samples.

As conclusion I consider the incorporation of proprioceptive drills into the regular training regimen in contact team sports indispensable, in other sports recommended for the prevention of ankle injuries.

- Halasi T., Kynsburg Á., Tállay A., Berkes I.: Development of a new activity score for the evaluation of ankle instability. *Am J Sports Med*, 32:899-908; 2004.
- Halasi T., Kynsburg Á., Tállay A., Berkes I.: Changes in joint position sense after surgically treated chronic lateral ankle instability. *Br J Sports Med*, 39: 818-824; 2005.
- Kynsburg Á., Halasi T., Tállay A., Berkes I.: Changes in joint position sense after conservatively treated chronic lateral ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14: 1299-1306; 2006.

## 8. Irodalomjegyzék

1. Kannus P., Renström P.: Treatment for acute tears of the lateral ligaments of the ankle. Operation, cast, or early controlled mobilization. *J Bone Joint Surg*, 73-A: 305-312; 1991.
2. Brand R.L., Black H.M., Cox J.S.: The natural history of inadequately treated ankle sprain. *Am J Sports Med*, 5: 248-249; 1977.
3. Cetti R.: Conservative treatment of injury to the fibular ligaments of the ankle. *Br J Sports Med*, 16: 47-52; 1982.
4. Mack P.: Ankle injuries in athletics. *Clin Sports Med*, 1: 71-84; 1982.
5. Balduini F.C., Vegso J.J., Torg J.S., Torg E.: Management and rehabilitation of ligamentous injuries to the ankle. *Sports Med*, 4: 139-142; 1987.
6. Peters J.W., Trevino S.G., Renström P.A.: Chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle*, 12: 182-191; 1991.
7. O'Hara J., Valle-Jones J.C., Walsh H., O'Hara H., Davey N.B., Hopkin-Richards H., Butcher R.M.: Controlled trial of an ankle support (Malleotrain) in acute ankle injuries. *Br J Sports Med*, 26: 139-142; 1992.
8. Karlsson J., Lansinger O.: Chronic lateral instability of the ankle in athletes. *Sports Med*, 16: 355-365; 1993.
9. Bennett W.F.: Lateral ankle sprains. Part I: Anatomy, biomechanics, diagnosis, and natural history. *Orthop Rev*, 23: 381-387; 1994.
10. Colville M.R.: Reconstruction of the lateral ankle ligaments. *J Bone Joint Surg*, 76-A: 1092-1102; 1994.
11. Mann G., Eliashuv O., Perry C., Finsterbush A., Frankl U., Nyska M., Mattan Y.: Recurrent ankle sprain: Literature Review. *Israel J Sports Med*, 4: 104-113; 1994.
12. Kaikkonen A., Hyppanen E., Kannus P., Jarvinen M.: Long-term functional outcome after primary repair of the lateral ligaments of the ankle. *Am J Sports Med*, 25: 150-155; 1997.
13. Fallat L., Grimm D.J., Saracco J.A.: Sprained ankle syndrome: prevalence and analysis of 639 acute injuries. *J Foot Ankle Surg*, 37: 280-285; 1998.

14. Thacker S.B., Stroup D.F., Branche C.M., Gilchrist J., Goodman R.A., Weitman E.A.: The prevention of ankle sprains in sports. *Am J Sports Med*, 27: 753-760; 1999.
15. Verhagen R.A.W., de Keizer G., van Dijk C.N.: Long-term follow-up of inversion trauma of the ankle. *Arch Orthop Trauma Surg*, 114: 92-96; 1995.
16. van Dijk C.N., Scholte D.: Arthroscopy of the ankle joint. *Arthroscopy*, 13: 90-96; 1997.
17. Kynsburg Á., van Dijk C.N.: Diagnostic steps for anterior ankle impingement syndrome. *Arthroskopie*, 18: 119-124; 2005.
18. Cheng J.C., Ferkel R.D.: The role of arthroscopy in ankle and subtalar degenerative joint disease. *Clin Orthop Relat Res*, 349: 65-72; 1998.
19. Biedert R.: Anterior ankle pain in sports medicine: aetiology and indications for arthroscopy. *Arch Orthop Trauma Surg*, 110: 293-297; 1995.
20. Scranton P.E. Jr., McDermott J.E.: Anterior tibiotalar spurs: a comparison of open versus arthroscopic debridement. *Foot Ankle*, 13: 125-129; 1992.
21. van Dijk C.N., Tol J.L., Verheyen C.C.P.M.: A prospective study of prognostic factors concerning the outcome of arthroscopy for anterior ankle impingement. *Am J Sports Med*, 25: 737-745, 1997.
22. Tol J.L., Verheyen C.C.P.M., van Dijk C.N.: Arthroscopic treatment of anterior impingement of the ankle. A prospective study with a five- to eight-year follow-up. *J Bone Joint Surg*, 83-B: 9-13; 2001.
23. Tol J.L., Struijs P.A.A., Bossuyt P.M.M., Verhagen R.A.W., van Dijk C.N.: Treatment strategies in osteochondral defects of the talar dome: a systematic review. *Foot Ankle Int*, 21: 119-126; 2000.
24. Kynsburg Á., Krips R., van Dijk C.N.: Anterior ankle impingement: The role of the dynamic ankle orthosis in the improvement of R.O.M., A pilot study. *Vlaams Tijdschrift voor Sportgeneeskunde en Sportwetenschappen*, 24: 22-28; 2003.
25. Karlsson J., Lansinger O.: Lateral instability of the ankle joint. *Clin Orthop Relat Res*, 276: 253-261; 1992.

26. Harrington K.D.: Degenerative arthritis of the ankle secondary to long-standing lateral ligament instability. *J Bone Joint Surg*, 61-A (3): 354-361; 1979.
27. Halasi T.: A poszttraumás arthrosis megelőzése. In: Cziffer E., Fröhlich P. (szerk.): *Gipsztechnika, ortézisek*. MSBA, Budapest: 65-71; 1999.
28. András K., Kozma M., Kynsburg Z., Rohony Á.: A humán tőke menedzsmentje. In: Rohony Á. (szerk.): *Üzleti elemek a labdarúgásban*. ISM, Budapest: 151-155; 2000.
29. Lysens R.J., de Weerdt W., Nieuwboer A.: Factors associated with injury proneness. *Sports Med*, 12 (5): 281-289; 1991.
30. van Mechelen W., Hlobil H., Kemper H.C.G.: Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med*, 14 (2): 82-99; 1992.
31. Halasi T., Kynsburg Á., Tállay A., Berkes I.: Development of a new activity score for the evaluation of ankle instability. *Am J Sports Med*, 32: 899-908; 2004.
32. Boján F., Vargáné Hajdú P.: Általános epidemiológia. In: Dési I. (szerk.): *Népegészségtan*. Semmelweis Kiadó, Budapest, pp 41-78, 1998.
33. Chambers R.B.: Orthopedic injuries in athletes (ages 6 to 17): Comparison of injuries occurring in six sports. *Am J Sports Med*, 7: 195-197; 1979.
34. de Loës M., Goldi K.: Incidence rate of injuries during sport activity and physical exercise in a rural Swedish municipality: incidence rates in 17 sports. *Int J Sports Med*, 9: 461-467; 1988.
35. Wallace R.B.: Application of epidemiologic principles to sports injury research. *Am J Sports Med*, 16: S22-25; 1988.
36. Szentágothai J., Réthelyi M.: *Funkcionális anatómia*. Semmelweis Kiadó, Budapest: 377-383, 1994.
37. Cawley P.W., France E.P.: Biomechanics of the lateral ligaments of the ankle: An evaluation of the effects of axial load and single plane motions on ligament strain patterns. *Foot Ankle*, 12: 92-99; 1991.
38. Burks R.T., Morgan J.: Anatomy of the lateral ankle ligaments. *Am J Sports Med*, 22: 72-77; 1994.



39. Hintermann B.: Biomechanics of the unstable ankle joint and clinical implications. *Med Sci Sports Exerc*, 31: S459-469; 1999.
40. Leardini A., O'Connor J.J., Catani F., Giannini S.: A geometric model of human ankle joint. *Journal of Biomechanics*, 32: 585-591; 1999.
41. Szentágothai J., Réthelyi M.: *Funkcionális anatómia*. Semmelweis Kiadó, Budapest: 521-533, 1994.
42. Gray H.: *Anatomy of the Human Body*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1918; Bartleby.com, 2000. [www.bartleby.com/107/](http://www.bartleby.com/107/)
43. Szentágothai J., Réthelyi M.: *Funkcionális anatómia*. Semmelweis Kiadó, Budapest: 377-383, 1994.
44. Grigg P.: Peripheral neural mechanisms in proprioception. *J Sport Rehabil*, 3: 2-17; 1994.
45. Irrgang J.J., Neri R.: Overview of proprioception. In: Lephart S.M., Fu F.H. (szerk.): *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Human Kinetics, Champaign: 363-364; 2000.
46. Konradsen L., Beynon B.D., Renström P.A.: Proprioception and sensorimotor control in the functionally unstable ankle. In: Lephart S.M., Fu F.H. (szerk.): *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Human Kinetics, Champaign: 237-246; 2000.
47. Michelson J.D., Hutchins C.: Mechanoreceptors in human ankle ligaments. *J Bone Joint Surg*, 77-B: 219-224; 1995.
48. Takebayashi T., Yamashita T., Minaki Y., Ishii S.: Mechanosensitive afferent units in the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg*, 79-B: 490-493; 1997.
49. Freeman M.A.R.: Treatment of ruptures of the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg*, 47-B: 661-668; 1965.
50. Freeman M.A.R., Dean M.R.E., Hanham I.W.F.: The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J Bone Joint Surg*, 47-B: 669-677; 1965.
51. Freeman M.A.R.: Instability of the foot after injuries to the lateral ligaments of the ankle. *J Bone Joint Surg*, 47-B: 678-685; 1965.

52. Hertel J., Guskiewicz K.M., Kahler D.M., Perrin D.H.: Effect of lateral ankle joint anaesthesia on center of balance, postural sway and joint position sense. *J Sport Rehabil*, 5: 111-119; 1996.
53. Hertel J.: Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med*, 29: 361-371; 2000.
54. Rovere G.D., Clarke T.J., Yates C.S., Burley K.: Retrospective comparison of taping and ankle stabilizers in preventing ankle injuries. *Am J Sports Med*, 16: 228-233; 1988.
55. Miller E.A., Hergenroeder A.C.: Prophylactic ankle bracing. *Pediatr Clin North Am*, 37: 1175-1185; 1990.
56. Beynon B.D., Renstrom P.A.: The effect of bracing and taping in sports. *Ann Chir Gynaecol*, 80: 230-238; 1991.
57. Callaghan M.J.: Role of ankle taping and bracing in the athlete. *Br J Sports Med*, 31: 102-108; 1997.
58. Hume P.A., Gerrard D.F.: Effectiveness of external ankle support. Bracing and taping in rugby union. *Sports Med*, 25: 285-312; 1998.
59. Bot S.D., van Mechelen W.: The effect of ankle bracing on athletic performance. *Sports Med*, 27: 171-178; 1999.
60. Karlsson J., Lundin O., Lind K., Styf J.: Early mobilization versus immobilization after ankle ligament stabilization. *Scand J Med Sci Sports*, 9: 299-303; 1999.
61. Handoll H.H., Rowe B.H., Quinn K.M., de Bie R.: Interventions for preventing ankle ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev*, CD000018-2001.
62. Karlsson J.: [Ankle braces prevent ligament injuries]. *Lakartidningen*, 99: 3486-3489; 2002.
63. Anderson D.L., Sanderson D.J., Hennig E.M.: The role of external nonrigid ankle bracing in limiting ankle inversion. *Clin J Sport Med*, 5: 18-24; 1995.
64. Shapiro M.S., Kabo J.M., Mitchell P.W., Loren G., Tsenter M.: Ankle sprain prophylaxis: an analysis of the stabilizing effects of braces and tape. *Am J Sports Med*, 22: 78-82; 1994.

65. Alt W., Lohrer H., Gollhofer A.: Functional properties of adhesive ankle taping: neuromuscular and mechanical effects before and after exercise. *Foot Ankle Int*, 20: 238-245; 1999.
66. Verhagen E.A.L.M., van der Beek A.J., van Mechelen W.: The effect of tape, braces and shoes on ankle range of motion. *Sports Med*, 31: 667-677; 2001.
67. Feuerbach J.W., Grabiner M.D., Koh T.J., Weiker G.G.: Effect of an ankle orthosis and ankle ligament anesthesia on ankle joint proprioception. *Am J Sports Med*, 22: 223-229; 1994.
68. Robbins S., Waked E., Rappel R.: Ankle taping improves proprioception before and after exercise in young men. *Br J Sports Med*, 29: 242-247; 1995.
69. Renström P.A., Konradsen L., Beynnon B.D.: Influence of knee and ankle support on proprioception and neuromuscular control. In: Lephart S.M., Fu F.H. (szerk.): *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Human Kinetics, Champaign, pp 301-309, 2000.
70. Bennell K.L., Goldie P.A.: The differential effects of external ankle support on postural control. *J Orthop Sports Phys Ther*, 20: 287-295; 1994.
71. Ashton-Miller J.A., Ottaviani R.A., Hutchinson C., Wojtyls E.M.: What best protects the inverted weightbearing ankle against further inversion? Evertor muscle strength compares favorably with shoe height, athletic tape, and three orthoses. *Am J Sports Med*, 24: 800-809; 1996.
72. Irrgang J.J., Whitney S.L., Cox E.D.: Balance and proprioceptive training for rehabilitation of the lower extremity. *J Sport Rehab*, 3: 68-83; 1994.
73. Caraffa A., Cerulli G., Progetti M., Aisa G., Rizzo A.: Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 4: 19-21; 1996.
74. Myklebust G., Engebretsen L., Braekken I.H., Skjølberg A., Olsen O.E., Bahr R.: Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clin J Sport Med*, 13: 71-78; 2003.
75. Holm I., Fosdahl M.A., Friis A., Risberg M.A., Myklebust G., Steen H.: Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and

- lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med*, 14: 88-94; 2004.
76. Verhagen E., van der B.A., Twisk J., Bouter L., Bahr R., van Mechelen W.: The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med*, 32: 1385-1393; 2004.
  77. Petersen W., Braun C., Bock W., Schmidt K., Weimann A., Drescher W., Eiling E., Stange R., Fuchs T., Hedderich J., Zantop T.: A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Arch Orthop Trauma Surg*, 125: 614-621; 2005.
  78. McHugh M.P., Tyler T.F., Mirabella M.R., Mullaney M.J., Nicholas S.J.: The effectiveness of a balance training intervention in reducing the incidence of noncontact ankle sprains in high school football players. *Am J Sports Med*, 35: 1289-1294; 2007.
  79. Tropp H., Ekstrand J., Gillquist J.: Stabilometry in functional instability of the ankle and its value in predicting injury. *Med Sci Sports Exerc*, 16: 64-66; 1984.
  80. Tropp H., Ekstrand J., Gillquist J.: Factors affecting stabilometry recordings of single limb stance. *Am J Sports Med*, 12: 185-188; 1984.
  81. Tropp H., Askling C., Gillquist J.: Prevention of ankle sprains. *Am J Sports Med*, 13: 259-262; 1985.
  82. Tropp H., Odenrick P., Gillquist J.: Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. *Int J Sports Med*, 6: 180-182; 1985.
  83. Gauffin H., Tropp H., Odenrick P.: Effect of ankle disc training on postural control in patients with functional instability of the ankle joint. *Int J Sports Med*, 9: 141-144; 1988.
  84. Hoffman M., Payne V.G.: The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21: 90-93; 1995.
  85. Bernier J.N., Perrin D.H.: Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *J Orthop Sports Phys Ther*, 27: 264-275; 1998.

86. Rozzi S.L., Lephart S.M., Sterner R., Kuligowski L.: Balance training for persons with functionally unstable ankles. *J Orthop Sports Phys Ther*, 29: 478-486; 1999.
87. Matsusaka N., Yokoyama S., Tsurusaki T., Inokuchi S., Okita M.: Effect of ankle disc training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *Am J Sports Med*, 29: 25-30; 2001.
88. Sherrington C.S.: *The integrative action of the nervous system*. Yale University Press, New Haven, 1906.
89. Lephart S.M., Riemann B.L., Fu F.H.: Preface and Introduction to the sensorimotor system. In: Lephart S.M., Fu F.H. (szerk.): *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Human Kinetics, Champaign, pp xv-xxiv, 2000.
90. Konradsen L., Beynon B.D., Renström P.A.: Techniques for measuring sensorimotor control of the ankle: evaluation of different methods. In: Lephart S.M., Fu F.H. (szerk.): *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Human Kinetics, Champaign, pp 139-145, 2000.
91. Ruda S.C.: Common ankle injuries in the athlete. *Nurs Clin North Am*, 26: 167-180; 1991.
92. Swain R.A., Holt W.S.: Ankle injuries. Tips from sports medicine physicians. *Postgrad Med*, 93: 91-92, 97-100; 1993.
93. Schmid A., Hüring H., Huber G., Gösele A., Hecker-Kube H., Gruhn O., Stinus H., Birnesser H., Keul J: Verletzungsrisiko von behinderten Leistungssportlern in Skilanglauf in der Trainings- und Wettkampfphase. *Sportverletz Sportschaden*, 9:77-83; 1995.
94. Pietrocarlo T.A.: Foot and ankle considerations in golf. *Clin Sports Med*, 15: 129-146; 1996.
95. Wiesler E.R., Hunter D.M., Martin D.F., Curl W.W., Hoen H.: Ankle flexibility and injury patterns in dancers. *Am J Sports Med*, 24:754-757; 1996.
96. Dvorak J., Junge A., Chomiak J., Graf-Baumann T., Peterson L., Rösch D., Hodgson R.: Risk factor analysis for injuries in football players. Possibilities for a prevention program. *Am J Sports Med*, 28: S69-74; 2000.

97. Janda D.H., Bir C., Kedroske B.: A comparison of standard vs. breakaway bases: an analysis of a preventative intervention for softball and baseball foot and ankle injuries. *Foot Ankle Int*, 22:810-816; 2001.
98. Murray T.A., Cook T.D., Werner S.L., Schlegel T.F., Hawkins R.J.: The effects of extended play on professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 29: 137-142; 2001.
99. Ottaviani R.A., Ashton-Miller J.A., Wojtys E.M.: Inversion and eversion strengths in the weightbearing ankle of young women. Effects of plantar flexion and basketball shoe height. *Am J Sports Med*, 29: 219-225; 2001.
100. Tol J.L., Slim E., van Soest A.J., van Dijk C.N.: The relationship of the kicking action in soccer and anterior ankle impingement syndrome. A biomechanical analysis. *Am J Sports Med*, 30: 45-50; 2002.
101. Backx F.J., Erich W.B., Kemper A.B., Verbeek A.L.: Sports injuries in school-aged children. An epidemiologic study. *Am J Sports Med*, 17: 234-240; 1989.
102. Backx F.J., Beijer H.J.M., Bol E., Erich W.B.: Injuries in high-risk persons and high-risk sports. A longitudinal study of 1818 school children. *Am J Sports Med*, 19: 124-130; 1991.
103. Jones B.H., Cowan D.N., Tomlinson J.P., Robinson J.R., Polly D.W., Frykman P.N.: Epidemiology of injuries associated with physical training among young men in the army. *Med Sci Sports Exerc*, 25: 197-203; 1993.
104. Jones R.S.: Sports related injuries attending the A&E department. *Br J Sports Med*, 28: 110-116; 1994.
105. Yeung M.S., Chan K.M., So C.H., Yuan W.Y.: An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med*, 28: 112-116; 1994.
106. Nicholl J.P., Coleman P., Williams B.T.: The epidemiology of sports and exercise related injury in the United Kingdom. *Br J Sports Med*, 29: 232-238; 1995.
107. Gerber J.P., Williams G.N., Scoville C.R., Arciero R.A., Taylor D.C.: Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective examination of an athletic population. *Foot Ankle Int*, 19: 653-660; 1998.

108. Jones B.H., Knapik J.J.: Physical training and exercise-related injuries. Surveillance, research and injury prevention in military populations. *Sports Med*, 27: 111-125; 1999.
109. Sahlin Y.: Alpine skiing injuries. *Br J Sports Med*, 23: 241-244; 1989.
110. Hoy K., Lindblad B.E., Terkelsen C.J., Helleland H.E., Terkelsen C.J.: Badminton injuries. A prospective epidemiological and socioeconomic study. *Br J Sports Med*, 28: 276-279; 1994.
111. de Loës M.: Epidemiology of sports injuries in the swiss organization "Youth and Sports" 1987-1989. Injuries, exposure and risks of main diagnoses. *Int J Sports Med*, 16:134-138; 1995.
112. Mummery W.K., Spence J.C., Vincenten J.A., Voaklander D.C.: A descriptive epidemiology of sport and recreation injuries in a population-based sample: results from the Alberta Sport and Recreation Injury Survey (ASRIS). *Can J Public Health*, 89: 53-56; 1998.
113. Dvorak J., Junge A.: Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. *Am J Sports Med*, 28: S3-9; 2000.
114. Rønning R., Gerner T., Engebretsen L.: Risk of injury during Alpine and telemark skiing and snowboarding. *Am J Sports Med*, 28: 506-508; 2000.
115. Boon A.J., Smith J., Zobitz M.E., Amrami K.M.: Snowboarder's talus fracture. Mechanism of injury. *Am J Sports Med*, 29: 333-338; 2001.
116. Bladin C., McCrory P.: Snowboarding injuries. An overview. *Sports Med*, 19: 358-364; 1995.
117. Garrick J.G., Requa R.K.: The epidemiology of foot and ankle injuries in sports. *Clin Sports Med*, 7: 29-36; 1998.
118. MacAuley D.: Ankle injuries: same joint, different sports. *Med Sci Sports Exerc*, 31: S409-411; 1999.
119. Cohen A.R., Metzl J.D.: Sports-specific concerns in the young athlete: basketball. *Pediatr Emerg Care*, 16: 462-468; 2000.
120. Garrick J.G., Requa R.K.: Aerobic dance. A review. *Sports Med*, 6: 169-179; 1988.
121. Jorgensen U., Winge S.: Injuries in badminton. *Sports Med*, 10: 59-64; 1990.

122. Chomiak J., Junge A., Peterson L., Dvorak J.: Severe injuries in football players. Influencing factors. *Am J Sports Med*, 28: S58-68; 2000.
123. Lindner K.J., Caine D.J.: Injury patterns of female competitive club gymnasts. *Can J Sport Sci*, 15: 254-261; 1990.
124. Dixon M., Fricker P.: Injuries to elite gymnasts over 10 yr. *Med Sci Sports Exerc*, 25: 1322-1329; 1993.
125. Karpakka J.: American football injuries in Finland. *Br J Sports Med*, 27(2): 135-137; 1993.
126. Junge A., Chomiak J., Dvorak J.: Incidence of football injuries in youth players. Comparison of players from two european regions. *Am J Sports Med*, 28: S47-50; 2000.
127. Hopper D., Elliott B., Lalor J.: A descriptive epidemiology of netball injuries during competition: a five year study. *Br J Sports Med*, 29: 223-228; 1995.
128. Sinha A., McGlone R.G., Montgomery K.: Study of aeroball injuries. *Br J Sports Med*, 31: 200-204; 1997.
129. Watson A.W.S.: Ankle sprains in players of the field-games Gaelic football and hurling. *J Sports Med Phys Fitness*, 39: 66-70; 1999.
130. McLennan J.G., Ungersma J.: Mountaineering accidents in the Sierra Nevada. *Am J Sports Med*, 11: 160-163; 1983.
131. Chard M.D., Lachmann S.M.: Racquet sports – patterns of injury presenting to a sports injury clinic. *Br J Sports Med*, 21: 150-153; 1987.
132. Tse P.Y., Shen W.Y., Chan K.M., Leung P.C.: Roller skating - is it a dangerous sport? *Br J Sports Med*, 21: 125-126; 1987.
133. Halpern B., Thompson N., Curl W.W., Andrews J.R., Hunter S.C., Boring J.R.: High school football injuries: identifying the risk factors. *Am J Sports Med*, 16S1: S113-117; 1988.
134. Zemper E.D., Pieter W.: Injury rates during the 1988 US Olympic Team Trials for taekwondo. *Br J Sports Med*, 23: 161-164; 1989.
135. Garrick J.G., Requa R.K.: Ballet injuries. An analysis of epidemiology and financial outcome. *Am J Sports Med*, 21: 586-590; 1993.
136. Chalmers D.J., Hume P.A., Wilson B.D.: Trampolines in New Zealand: a decade of injuries. *Br J Sports Med*, 28: 234-238; 1994.



137. Waller A.E., Feehan M., Marshall S.W., Chalmers D.J., Gerrard D.F., Bird Y.N.: The New Zealand rugby injury and performance project I-II. *Br J Sports Med*, 28: 223-233; 1994.
138. Feehan M., Waller A.E.: Precompetition injury and subsequent tournament performance in full-contact taekwondo. *Br J Sports Med*, 29: 258-262; 1995.
139. Raschka C., Gläser H., de Marées H.: Unfallhergangstypen und Vorschläge zu ihrer Prävention im Basketball. *Sportverletz Sportschaden*, 9: 84-91; 1995.
140. Rathfelder F.J., Klever P., Nachtkamp J., Paar O.: Verletzungen im Reitsport. Häufigkeit und Entstehungsursachen. *Sportverletz Sportschaden*, 9: 77-83; 1995.
141. Williams R.L., Sweetnam D.I., Stanislas M.: Skiing injuries – the increasing workload. *Br J Sports Med*, 29: 252-254; 1995.
142. Creagh U., Reilly T.: Training and injuries amongst elite female orienteers. *J Sports Med Phys Fitness*, 38: 75-79; 1998.
143. Fahlstrom M., Bjornstig U., Lorentzon R.: Acute badminton injuries. *Scand J Med Sci Sports*, 8: 145-148; 1998.
144. Kirkpatrick D.P., Hunter R.E., Janes P.C., Mastrangelo J., Nicholas R.A.: The snowboarder's foot and ankle. *Am J Sports Med*, 26: 271-277; 1998.
145. Ménétrey J., Fritschy D.: Subtalar Subluxation in Ballet Dancers. *Am J Sports Med*, 27: 143-149; 1999.
146. Nguyen D., Letts M.: In-line skating injuries in children. A 10-year review. *J Pediatr Orthop*, 21: 613-618; 2001.
147. Jørgensen U.: Epidemiology of injuries in typical Scandinavian team sports. *Br J Sports Med*, 18: 59-63; 1984.
148. Nielsen A.B., Yde J.: An epidemiologic and traumatologic study of injuries in handball. *Int J Sports Med*, 9: 341-344; 1988.
149. Leidinger A., Gast W., Pfürringer W.: Traumatologie im Hallenhandballsport. *Sportverletz Sportschaden*, 4: 65-68; 1990.
150. Yde J., Nielsen A.B.: Sports injuries in adolescents' ball games: soccer, handball and basketball. *Br J Sports Med*, 24: 51-54; 1990.

151. Seil R., Rupp S., Tempelhof S., Kohn D.: Verletzungen im Handballsport. Eine vergleichende, retrospektive Studie zwischen Regional- und Oberligamannschaften. *Sportverletz Sportschaden*, 11: 58-62; 1997.
152. Wedderkopp N., Kalsoft M., Lundgaard B., Rosendahl M., Froberg K.: Injuries in young female players in European team handball. *Scand J Med Sci Sports*, 7: 342-347; 1997.
153. Seil R., Rupp S., Tempelhof S., Kohn D.: Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. *Am J Sports Med*, 26: 681-687; 1998.
154. Wedderkopp N., Kalsoft M., Lundgaard B., Rosendahl M., Froberg K.: Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports*, 9: 41-47; 1999.
155. D'Souza D.: Track and field athletics injuries. A one-year survey. *Br J Sports Med*, 28: 197-202; 1994.
156. Janda D.H., Wojtys E.M., Hankin F.M., Benedict M.E., Hensinger R.N.: A three-phase analysis of the prevention of recreational softball injuries. *Am J Sports Med*, 18: 632-635; 1990.
157. Hosey R.G., Puffer J.C.: Baseball and softball sliding injuries incidence, and the effect of technique in collegiate baseball and softball players. *Am J Sports Med*, 28: 360-363; 2000.
158. Amamilo S.C., Samuel A.W., Hesketh K.T., Moynihan F.J.: A prospective study of parachute injuries in civilians. *J Bone Joint Surg*, 69-B:17-19; 1987.
159. Bahr R., Karlsen R., Lian O., Ovrebø R.V.: Incidence and mechanisms of acute ankle inversion injuries in volleyball. A retrospective cohort study. *Am J Sports Med*, 22: 595-600; 1994.
160. Aagaard H., Scavenius M., Jørgensen An epidemiological analysis of the injury pattern in indoor and in beach volleyball. *Int J Sports Med*, 18: 217-221; 1997.
161. Messina D.F., Farney W.C., DeLee J.C.: The incidence of injury in texas high school basketball. A prospective study among male and female athletes. *Am J Sports Med*, 27: 294-299; 1999.

162. Wadley G.H., Albright J.P.: Women's intercollegiate gymnastics. Injury patterns and "permanent" medical disability. *Am J Sports Med*, 21: 314-320; 1993.
163. Kolt G.S., Kirkby R.J.: Epidemiology of injury in elite and subelite female gymnasts. A comparison of retrospective and prospective findings. *Br J Sports Med*, 33: 312-318; 1999.
164. Tuffery A.R.: The nature and incidence of injuries in morris dancers. *Br J Sports Med*, 23: 155-160; 1989.
165. Johansson C.: Injuries in elite orienteers. *Am J Sports Med*, 14: 410-414; 1986.
166. Eggers-Ströder G., Steiner D.: Hallenhockey – Verletzungen und Prävention. *Sportverletz Sportschaden*, 5: 85-89; 1991.
167. Eggers-Ströder G., Hermann B.: Verletzungen beim Feldhockey. *Sportverletz Sportschaden*, 8: 93-97; 1994.
168. Schmidt-Olsen S., Jørgensen U., Kaalund S., Sørensen J.: Injuries among young soccer players. *Am J Sports Med*, 19: 273-275; 1991.
169. Hawkins R.D., Fuller C.W.: A prospective epidemiological study of injuries in four English professional football clubs. *Br J Sports Med*, 33: 196-203; 1999.
170. Peterson L., Junge A., Chomiak J., Graf-Baumann T., Dvorak J.: Incidence of football injuries and complaints in different age groups and skill-level groups. *Am J Sports Med*, 28S: S51-57; 2000.
171. Morgan B.E., Oberlander M.A.: An examination of injuries in major league soccer. The inaugural season. *Am J Sports Med*, 29: 426-430; 2001.
172. Snellman K., Parkkari J., Kannus P., Leppala J., Vuori I., Jarvinen M.: Sports injuries in floorball. A prospective one-year follow-up study. *Int J Sports Med*, 22: 531-536; 2001.
173. Tuggy M.L., Ong R.: Injury risk factors among telemark skiers. *Am J Sports Med*, 28: 83-89; 2000.
174. Radford P.J., Williamson D.M., Lowdon I.M.R.: The risks of injury in public ice skating. *Br J Sports Med*, 22: 78-80; 1988.
175. Smith A.D., Ludington R.: Injuries in elite pair skaters and ice dancers. *Am J Sports Med*, 17: 482-488; 1989.

176. Zemper E.D.: Injury rates in a national sample of college football teams. A 2-year prospective study. *Phys Sportsmed*, 17: 100-113; 1989.
177. Meeuwisse W.H., Hagel B.E., Mohtadi N.G.H., Butterwick D.J., Fick G.H.: The distribution of injuries in men's Canada West University football. A 5-year analysis. *Am J Sports Med*, 28: 516-523; 2000.
178. Bladin C., Giddings P., Robinson M.: Australian snowboard injury database study. A four-year prospective study. *Am J Sports Med*, 21: 701-704; 1993.
179. Bronner S., Brownstein B.: Profile of dance injuries in a Broadway show. A discussion of issues in dance medicine epidemiology. *J Orthop Sports Phys Ther*, 26: 87-94; 1997.
180. Nigg B.M., Segesser B.: The influence of playing surfaces on the load on the locomotor system and on football and tennis injuries. *Sports Med*, 5: 375-385; 1988.
181. Winge S., Jørgensen U., Lassen Nielsen A.: Epidemiology of injuries in Danish championship tennis. *Int J Sports Med*, 10: 368-371; 1989.
182. Schäfer J., Gaulrapp H., Pfürringer W.: Verletzungen und Überlastungssyndrome beim extremen Sportklettern. *Sportverletz Sportschaden*, 12: 21-25; 1998.
183. Lorentzon R., Wedrén H., Pietilä T.: Incidence, nature, and causes of ice hockey injuries. A three-year prospective study of a Swedish elite ice hockey team. *Am J Sports Med*, 16: 392-396; 1988.
184. Peterson L.: Ice hockey injuries. A 4-year prospective study of a Swedish elite ice hockey team. *Br J Sports Med*, 27: 251-254; 1993.
185. Mölsä J., Kujala U., Näsman O., Lehtipuu T.P., Airaksinen O.: Injury profile in ice hockey from the 1970s through the 1990s in Finland. *Am J Sports Med*, 28: 322-327; 2000.
186. Collins K., Wagner M., Peterson K., Storey M.: Overuse injuries in triathletes. A study of the 1986 Seafair Triathlon. *Am J Sports Med*, 17: 675-680; 1989.
187. O'Toole M.L., Hiller W.D.B., Smith R.A., Sisk T.D.: Overuse injuries in ultraendurance triathletes. *Am J Sports Med*, 17: 514-518; 1989.

188. Korkia P.K., Tunstall-Pedoe D.S., Maffulli N.: An epidemiological investigation of training and injury patterns in British triathletes. *Br J Sports Med*, 28: 191-196; 1994.
189. Vleck V.E., Garbutt G.: Injury and training characteristics of male elite, development squad, and club triathletes. *Int J Sports Med*, 19: 38-42; 1998.
190. Berson B.L., Rolnick A.M., Ramos C.G., Thornton J.: An epidemiologic study of squash injuries. *Am J Sports Med*, 9: 103-106; 1981.
191. Jørgensen U., Winge S.: Epidemiology of badminton injuries. *Int J Sports Med*, 8: 379-382; 1987.
192. Jarret G.J., Orwin J.F., Dick R.W.: Injuries in collegiate wrestling. *Am J Sports Med*, 26: 674-680; 1998.
193. Pasque C.B., Hewett T.E.: A prospective study of high school wrestling injuries. *Am J Sports Med*, 28: 509-515; 2000.
194. Francis L.L., Francis Pr., Welshons-Smith K.: Aerobic dance injuries. A survey of instructors. *Phys Sportsmed*, 13: 105-111; 1985.
195. Richie D.H., Kelso S.F., Bellucci P.A.: Aerobic dance injuries: a retrospective study of instructors and participants. *Phys Sportsmed*, 13: 130-140; 1985.
196. Garrick J.G., Gillien D.M., Whiteside P.: The epidemiology of aerobic dance injuries. *Am J Sports Med*, 14: 67-72; 1986.
197. Rothenberger L.A., Chang J.I., Cable T.A.: Prevalence and types of injuries in aerobic dancers. *Am J Sports Med*, 16: 403-407; 1988.
198. Raske A., Norlin R.: Injury incidence and prevalence among elite weight and power lifters. *Am J Sports Med*, 30: 248-256; 2002.
199. McCarroll J. R.: Injuries in the amateur golfer. *Phys Sportsmed*, 17: 122-126; 1990.
200. Surve I., Schwellnus M.P., Noakes T., Lombard C.: A fivefold reduction in the incidence of recurrent ankle sprains in soccer players using the Sport-Stirrup orthosis. *Am J Sports Med*, 22: 601-606; 1994.
201. Barrett J.R., Tanji J.L., Drake C., Fuller D., Kawasaki R.I., Fenton R.M.: High- versus low-top shoes for the prevention of ankle sprains in basketball players. A prospective randomized study. *Am J Sports Med*, 21: 582-585; 1993.

202. Leanderson J., Nemeth G., Eriksson E.: Ankle injuries in basketball players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1: 200-202; 1993.
203. Sitler M., Ryan J., Wheeler B., McBride J., Arciero R., Anderson J., Horodyski M.: The efficacy of a semirigid ankle stabilizer to reduce acute ankle injuries in basketball. A randomized clinical study at West Point. *Am J Sports Med*, 22: 454-461; 1994.
204. Hunter R.E.: Current concepts. Skiing Injuries. *Am J Sports Med*, 27: 381-389; 1999.
205. Bouter L.M., Knipschild P.G.: Causes and prevention of injury in downhill skiing. *Phys Sportsmed*, 17: 80-94; 1989.
206. de Loës M.: Exposure data. Why are they needed? *Sports Med*, 24: 172-175; 1997.
207. Konradsen L., Magnusson P.: Increased inversion angle replication error in functional ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 8: 246-251; 2000.
208. Konradsen L.: Factors contributing to chronic ankle instability: kinesthesia and joint position sense. *J Athl Train*, 37: 381-385; 2002.
209. Ashton-Miller J.A., Wojtys E.M., Huston L.J., Fry-Welch D.: Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9: 128-136; 2001.
210. Ashton-Miller J.A.: Proprioceptive thresholds at the ankle: implications for the prevention of ligamentous injury. In: Lephart S.M., Fu F.H. (szerk.): *Proprioception and neuromuscular control in joint stability*. Human Kinetics, Champaign, pp 279-289, 2000.
211. Dufek J.A., Bates B.T.: Biomechanical factors associated with injury during landing in jump sports. *Sports Med*, 12: 326-337; 1991.
212. Konradsen L., Ravn J.B., Sørensen A.I.: Proprioception at the ankle: the effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. *J Bone Joint Surg*, 75-B: 433-436; 1993.
213. Snodgrass J.G., Levy-Berger G., Haydon M.: Psychophysical methods. In: Snodgrass J.G., Levy-Berger G., Haydon M. (szerk.): *Human experimental psychology*. Oxford University Press, New York, pp 58-87, 1985.

214. Glencross D., Thornton E.: Position sense following joint injury. *J Sports Med*, 21: 23-27; 1981.
215. Gross M.T.: Effect of recurrent lateral ankle sprains on active and passive judgments of joint position. *Phys Ther*, 67: 1505-1509; 1987.
216. Twellaar M., Verstappen F.T.J., Huson A.: Is Prevention of Sports Injuries a Realistic Goal? A Four-Year Prospective Investigation of Sports Injuries Among Physical Education Students. *Am J Sports Med*, 24: 528-534; 1996.

## **9. Saját publikációk jegyzéke**

### ***9.1 Az értekezéshez kapcsolódó cikkek***

1. Halasi T., Kynsburg Á., Tállay A., Berkes I.: Development of a new activity score for the evaluation of ankle instability. *Am J Sports Med*, 32: 899-908; 2004.
2. Halasi T., Kynsburg Á., Tállay A., Berkes I.: Changes in joint position sense after surgically treated chronic lateral ankle instability. *Br J Sports Med*, 39: 818-824; 2005.
3. Kynsburg Á., Halasi T., Tállay A., Berkes I.: Changes in joint position sense after conservatively treated chronic lateral ankle instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 14: 1299-1306; 2006.

### ***9.2 Az értekezéshez szorosan nem kapcsolódó cikkek***

1. Berkes I., Harbula I., Kynsburg Á., Falus A.: Génterápia a sportsebészetben. *Orv Hetil*, 143: 2131-2133; 2002.
2. Kynsburg Á., Krips R., van Dijk C.N.: Anterior ankle impingement: The role of the dynamic ankle orthosis in the improvement of R.O.M., A pilot study. *Vlaams Tijdschrift voor Sportgeneeskunde en Sportwetenschappen*, 24: 22-28; 2003.
3. Tállay A., Kynsburg Á., Pavlik A., Halasi T., Berkes I.: Patellofemoral Pain Syndrome in Adolescents. Evaluation of the biomechanical risk factors of the lower extremity. *Vlaams Tijdschrift voor Sportgeneeskunde en Sportwetenschappen*, 24: 13-21; 2003.
4. Tállay A., Kynsburg Á., Tóth Sz, Szendi P, Pavlik A, Balogh E, Halasi T, Berkes I.: A patellofemoralis fájdalom szindróma prevalenciája. A biomechanikai tengelyeltérések és a sportaktivitás szerepének elemzése. *Orv Hetil*, 145: 2093-101; 2004.
5. Tállay A., Kynsburg Á., Tóth Sz., Pavlik A., Hidas P., Halasi T., Szendi P., Berkes I.: Patellofemoral pain syndrome in adolescent females. Evaluation of



the biomechanical risk factors and the effects of the sporting activity. *Chirurgia Kolana, Artroskopia, Traumatologia Sportowa*, 1: 43-55; 2004.

6. Kynsburg Á., van Dijk C.N.: Diagnostic steps for anterior ankle impingement syndrome. *Arthroskopie*, 18: 119-124; 2005.

## 10. Függelék

A proprioceptív szenzoros kísérletekhez használt vizsgálati protokoll.

Páciens#:										Csoport:kontroll / tréning / prevenció											
Dátum:										Első mérés!											
BAL OLDAL										JOBBI OLDAL											
lejtő			válasz			hibák				abszolút	lejtő			válasz			hibák				abszolút
#	irány	fok	irány	#	fok	irány	fok	irány	#		fok	irány	#	fok	irány	fok	irány	fok			
<b>Referencia-adás!!!</b>										<b>Referencia-adás!!!</b>											
1	ki	2,5								1	ki	2,5									
2	be	7,5								2	be	7,5									
3	ki	10,0								3	ki	10,0									
4	hátra	7,5								4	előre	7,5									
5	hátra	15,0								5	előre	15,0									
6	hátra	25,0								6	előre	25,0									
7	előre	7,5								7	hátra	7,5									
8	be	12,5								8	be	12,5									
9	-	0,0								9	-	0,0									
10	ki	5,0								10	ki	5,0									
11	hátra	12,5								11	előre	12,5									
<b>Referencia-adás!!!</b>										<b>Referencia-adás!!!</b>											
12	ki	22,5								12	ki	22,5									
13	be	17,5								13	be	17,5									
14	előre	10,0								14	hátra	10,0									
15	előre	20,0								15	hátra	20,0									
16	előre	22,5								16	hátra	22,5									
17	ki	25,0								17	ki	25,0									
18	hátra	17,5								18	előre	17,5									
19	-	0,0								19	-	0,0									
20	előre	17,5								20	hátra	17,5									
21	hátra	5,0								21	előre	5,0									
22	előre	12,5								22	hátra	12,5									
<b>Referencia-adás!!!</b>										<b>Referencia-adás!!!</b>											
23	ki	7,5								23	ki	7,5									
24	-	0,0								24	-	0,0									
25	előre	25,0								25	hátra	25,0									
26	ki	17,5								26	ki	17,5									
27	előre	2,5								27	hátra	2,5									
28	hátra	10,0								28	előre	10,0									
29	be	20,0								29	be	20,0									
30	be	10,0								30	be	10,0									
31	be	5,0								31	be	5,0									
32	hátra	2,5								32	előre	2,5									
33	előre	5,0								33	hátra	5,0									
<b>Referencia-adás!!!</b>										<b>Referencia-adás!!!</b>											
34	ki	15,0								34	ki	15,0									
35	be	15,0								35	be	15,0									
36	előre	15,0								36	hátra	15,0									
37	hátra	22,5								37	előre	22,5									
38	ki	12,5								38	ki	12,5									
39	be	22,5								39	be	22,5									
40	ki	20,0								40	ki	20,0									
41	be	25,0								41	be	25,0									
42	hátra	20,0								42	előre	20,0									
43	-	0,0								43	-	0,0									
44	be	2,5								44	be	2,5									