

Zsákai Zsolt¹

Az emberi csípő, térd és gerinc biomechanikai jellemzői, valamint terhelés hatására létrejött elváltozásainak áttekintő elemzése

1. rész: A csípőízület biomechanikája

An Overview of the Biomechanical Characteristics of the Human Hip, Knee and Spine, as well as the Changes Caused by Exercise

Part 1: Biomechanics of the Hip Joint

Tanulmányomban, amely egy szélesebb kutatás része, a haderő aktív állományának mozgásszervi terhelését és az annak következtében kialakuló panaszokat vizsgálom, a nemzetközi szakirodalomban fellelhető hasonló kutatások áttekintésével. Cikksorozatomban első része a csípőízülettel, annak biomechanikai összefüggéseivel, a terhelés következtében fellépő erőhatásokkal és azok következményeivel foglalkozik. A csípőben kialakuló terhelési viszonyok bemutatásával látható, hogy még egészséges, normál anatómiájú csípő esetén is jelentős terhelés esik az ízület porcéra. A túlterheléssel, az ízület anatómiai eltéréseinek következtében vagy ezek együttes hatására a panaszok nagyobb valószínűséggel alakulnak ki.

Kulcsszavak: csípőízület, biomechanika, túlterhelés, anatómia, haderő, katonaság

In my study, I examine the musculoskeletal loading and subsequent complaints of the active members of the armed forces by reviewing similar studies in the international literature. The first part of my series of articles describes the hip joint, its

¹ Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Központi Kórház és Egyetemi Oktató Kórház, főorvos, e-mail: zsakaizsolt@zsakaizsolt.com

biomechanical relationships, the forces developing due to loading and their consequences. By presenting the loading conditions in the hip joint, it can be seen that even in the case of a healthy hip joint with normal anatomy, a significant load falls on the cartilage of the joint. In case of overload, due to anatomical abnormalities in the joint or due to their additive effect, complaints are more likely to develop.

Keywords: hip joint, biomechanics, overload, anatomy, force, military

1. Bevezetés

Doktori kutatásom az aktív katonai állomány tagjai közt megjelenő mozgásszervi problémákat vizsgálja. E kutatás részeredményeit szeretném megosztani jelen cikkemben, amely a csípőízület túlterhelésével járó következményeket elemzi, egy szélesebb spektrumú irodalmi szemlézés formájában. Írásomban a csípőízületünk anatómiai, biomechanikai jellemzőit is bemutatom, amelyek megértésével nyilvánvalóvá válik az ízület túlterhelésének problémája, azonban hangsúlyozni szeretném, hogy e fejezetekben csak az elengedhetetlenül szükségesnek ítélt anatómiai és biomechanikai információkat taglalom. Jelen írásom nem ezen összefüggések részletes felfedését hivatott elvégezni, azonban a továbbiak megértéséhez, illetve az összefüggések megfelelő módon történő átlátásához, valamint a következtetések elfogadásához elengedhetetlen bizonyos ismeretek megléte. Szintén nem cikkem tárgyköre a csípőízületet érintő betegségek széles körű bemutatása, azonban néhányról említést kívánok tenni, valamint a kutatásom egyik hipotézisét² érintő betegségről, a csípőízületi beütődéses kórképről kissé részletesebben is szeretnék információt közölni, irodalmi utalásokkal alátámasztva fontosságát.

2. A csípőízület anatómiája

A csípőízület (*articulatio coxae*) gömb vagy szabad ízületnek nevezett biomechanikai és anatómiai egység. Csontosan az ízvápa (*acetabulum*) és ízfej (*caput femoris*) alkotja. Az ízvápa porca egy C alakú területen helyezkedik el, míg az ízfej nagy része porccal fedett. Az ízvápa szélét egy 5-6 mm vastag, rostos porc gyűrű, a *labrum acetabuli* veszi körül, amelynek a későbbiek taglalásánál látjuk jelentőségét. Az ízület érdekessége, hogy a fej mindennemű szalag és egyéb rögzítés nélkül is bent marad a vápában. Természetesen ízületi tokkal rendelkezik, mint minden ízület, amelyet szalagok borítanak. Ezekből hármat ismerünk: *ligamentum iliofemorale*, amely egyébként a test legerősebb szalagja, *ligamentum pubofemorale* és *ligamentum ischiofemorale*. Érdekességük, hogy mind a három szalag előlről lefelé és hátulról felfelé csavarodik a combcsont nyakára.

² Kutatásom egyik hipotézise: „Feltételezem, hogy a csípőízület degeneratív megbetegedése – hasonlóan, a többi degeneratív megbetegedésekhez – nagyobb valószínűséggel jelenik meg az aktív, szolgálatot teljesítő állomány körében.”

A negyedik szalag az ízületen belül elhelyezkedő *ligamentum capitis femoris*, amelynek jelentősége – az élet egy szakaszán – a vérellátásban keresendő.³

A csípő mozgását az 1. táblázatban feltüntetett izmok végzik.

1. táblázat

A csípő mozgását végző izmok

Forrás: a szerző szerkesztése

Belső csípőizmok	Külső csípőizmok	A comb közelítő izmai (adductorok)
musculus iliopsoas	musculus gluteus maximus	musculus pectineus
musculus piriformis	musculus gluteus medius	musculus adductor longus
musculus obturator internus	musculus gluteus minimus	musculus adductor brevis
	musculus tensor fascia latae	musculus gracilis
	musculus quadratus femoris	musculus adductor magnus
	musculus obturator externus	
	musculus gemellus superior	
	musculus gemellus inferior	

A csípő biomechanikai elemzéséhez elsőként érdemes megismerkedni pár fogalommal annak érdekében, hogy értelmezni tudjuk az ízület mozgását és meg tudjuk ítélni, érteni a normálistól eltérő, kóros mozgások jelentőségét, illetve az abból eredő hátrányokat.

Konstruktív tengely: A combfej középpontja és a felső ugróizület belső egyharmadát jelölő pontot összekötő tengely, amelynek közbeiktatott pontja a térdkalács in tapadási területe. (*tuberositas tibiae*)

Rotacio: forgómozgás

Abductio: a test középvonalától elfelé tartó mozgás

Adductio: a test középvonala felé tartó mozgás

Flexio: hajlító mozgás

Extensio: feszítő mozgás

Circumductio: a csípőízületben meglévő mozgások, egymással kombinált, kúp-palástot leíró mozgásformája

Sagittalis: nyilirányú

Collodiaphysealis szög: a combcsont teste és nyaka közti szög.⁴ Az életkor előrehaladtával változik. Felnőtt korban jellemzően 135°, de idős korra 120°-ra lecsökken.⁵

³ Szentágothai János – Réthelyi Miklós: *Funkcionális anatómia*. 1. kötet. Budapest, Medicina–Semmelweis, 1996. 365–366.

⁴ A collodiaphysealis szög (CD szög) az életkor változásával alakul ki. Felnőtt korra jellemző értéke kb. 135–138°. Idős korra 120°-ra csökken. A CD szög normálistól való eltérése, kisebb (*coxa vara*) vagy nagyobb (*coxa valga*) mértékben jelentősen megváltoztatja a csípőízület biomechanikáját, ezáltal a degeneratív betegségek kialakulását fokozza.

⁵ Szendrői Miklós (szerk.): *Ortopédia*. Budapest, Semmelweis, 2005. 342.

3. A csípőízület biomechanikája

A combfejek középpontját összekötő haránttengely körül valósulnak meg csípőnk mozgásai: a hajlítás (*flexio*) és nyújtás (*extensio*), a nyílirányú (*sagittalis*) tengely körül a távolítás (*abductio*) és a közelítés (*adductio*), a konstrukciós tengely körül a csavarodó mozgás (*ki-*, és *berotatio*). A normál mozgástartományokat a 2. táblázatban foglaltam össze.

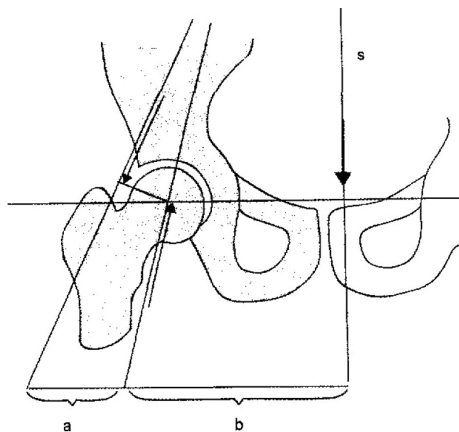
2. táblázat

A csípőízület normál mozgástartományai

Forrás: a szerző szerkesztése Szendrői (szerk.) (2005): i. m. 342. alapján

flexio	0°–130°/140°
extensio	0°–10°
abductio nyújtott csípőnél	0°–30°/45°
abductio 90 fokban hajlított csípőnél	0°–80°
adductio	0°–20°/30°
kifelé rotatio nyújtott csípőnél	0°–30°/40°
kifelé rotatio 90 fokban hajlított csípőnél	0°–40°/50°
befelé rotatio nyújtott csípőnél	0°–40°/50°
befelé rotatio 90 fokban hajlított csípőnél	0°–30°/45°

A csípőízületre ható erőket a pauwelsi⁶ biomechanikai rendszer szemlélteti, amit az 1. ábrán mutatok be.



1. ábra

Normális colliodiaphysealis szög esetén a teher- és az erőkararány

Forrás: Szendrői (szerk.) (2005): i. m. 343.

a: erőkar; b: teherkar S: súlyvonal. A normál CD szöghöz tartozó teherkar- és erőkararány: 3 : 1 (b: a).

⁶ Friedrich Pauwels (1885–1980): a német biomechanika egyik legnagyobb alakja. Munkássága jelentőségét bizonyítja, hogy elnyerte az ortopédia tiszteletbeli professzora címet is. Munkája nagy mértékben hatással volt a modern biomechanikai szemléletek kialakulására.

Tulajdonképpen a fentebb említett mozgásokból adódik össze csípőízületünk helyváltoztató mozgáshoz szükséges komplex működése, amelynek következtében, állás, járás, ugrás és futás tevékenységek változtatásával érzük el azt, hogy képesek vagyunk eljutni „A” pontból „B” pontba. Az állás és járás az emberi élet minden területén fontos tevékenység, amit koordinált, mozgásszervileg bonyolult izom-működéssel és biomechanikával jellemezhető módon végzünk mindennapjainkban. Bár maga az állás és járás folyamata egyáltalán nem írható le könnyen biomechanikailag, mégis, bizonyos értelemben egyfajta alapfunkcióként tekinthetünk erre a két tevékenységre.

Vizsgáljuk is meg kicsit részletesebben ezeket. A csípőízület mozgása közben, az alsó végtagokat feloszthatjuk egy támaszkodó és egy lengő végtagra, amely végtagok változó szerepben biztosítják haladásunkat. Amíg a lengőoldali végtag ebben a fázisban van, addig a teljes terhelés a támaszkodó végtagra esik, elviselve a gravitációs erő hatását, a törzs súlyát. A lendítő oldali medencefél lebillenését a csípőízület abductor izomzata biztosítja, ez később fontos összefüggéseket tár fel a térdízületünk vonatkozásában is, illetve a gerinc biomechanikájában is változást okoz egy, a csípő abductor izomzatát érintő izomgyengeség. Csípőnk a kétkarú emelő elve alapján működik, ahol az egyensúlyi helyzetben az

$$\text{erő} \times \text{erőkar} = \text{teher} \times \text{teherkar}$$

egyenlet érvényesül. Az erőkar (a) a csípőközpontra és az egyensúlyi helyzetet létrehozó abductorok erővektorának vízszintesre vetített távolsága, a teherkar (b) pedig a súlyvonal-csípőközpontra távolság vetülete, amely normális anatómiai viszonyok mellett 3 : 1 arányban viszonyul egymáshoz.⁷ A kétkarú emelő forgáspontja maga a csípőízület. A számítás alapján egy 70 kg-os ember esetén például a csípőre 280 kg terhelés jut. Könnyű belátni, hogy megváltozott, a normálistól eltérő anatómiájú csípőízület esetén ez a terhelés a sokszorosára is emelkedhet, ami elhasználódásos (*degeneratív*) folyamatok kialakulásához vezet.⁸

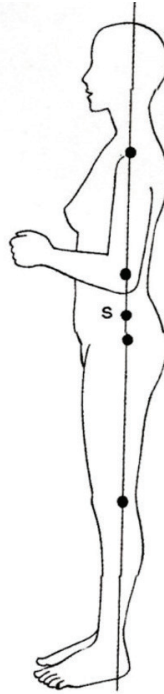
4. Állás és járás

Állás közben a test látszólagos nyugalomban van, a két alsó végtagra támaszkodik, a talpakra helyezve a test súlyát. Nyugodt testtartás mellett a súlyvonal (2. ábra) a külső hallójárat közepétől indul ki, majd a váll-, csípő- és térdízületen keresztül éri el a támaszkodási felszínt. Ennek ismerete azért fontos, mert az ettől eltérő súlyvonal megjelenése a normálhoz képest nagyobb izommunkát igényel. Tulajdonképpen álló testhelyzetben az izomműködés stabilizációja következtében a testünk állandó, kis mértékű mozgást végez izommunka felhasználásával. Az izommunka testtartástól függő tényező. Katonás vigyázállás esetén mintegy 20%-kal több energia szükséges,

⁷ Damien P. Byrne – Kevin J. Mulhall – Joseph F. Baker: *Anatomy and Biomechanics of the Hip. The Open Sports Medicine Journal*, 4. (2010), 1. 51–57.

⁸ Szendrői (szerk.) (2005): i. m. 342.

mint könnyed testhelyzet felvétele esetén, sőt ernyedt testhelyzetben is körülbelül 10%-os energiafelhasználás történik az állás biztosítása céljából.⁹



2. ábra

A test normál súlyvonala állás közben

Forrás: Szendrői (szerk.) (2005): i. m. 28.

S: súlypont

Járásunk teszi lehetővé, hogy helyváltoztató életmódunk legyen, amely folyamán az alsó végtagok váltakozó mozgása révén mozdul el a test a kívánt irányba. Alsó végtagjaink mellett a fej, a törzs, a felső végtagok összehangolt mozgása is szerepet játszik a járástípus kialakulásában. Nagy vonalakban elmondható, hogy a járás mindig a stabil és stabilitását veszített egyensúlyi helyzetek váltakozása révén ölt formát. A járás alapja a lépés, amelyet, ha objektíven szeretnénk leírni, akkor a lépéshossz és a lépésidőtartamot kell használnunk annak jellemzésére. A lépés két szakaszból áll: támaszkodási és lengési fázis. A ciklusidő hozzávetőleg 60% támaszkodási és 40% lengési időre osztható fel. A három szakaszra bontható támaszkodási fázis a következő folyamatokból tevődik össze: saroktámasz, gördítés, elrugaszkodás. A lengési fázis végtagrövidülés és végtaghosszabbodás szakaszaiból áll. A járás során egy lépés alatt két kettős támasz és két egyes támasz van, azaz kétszer van olyan periódus,

⁹ Szendrői (szerk.) (2005): i. m. 27–29.

amelynél az egyik végtag még, a másik pedig már támaszkodik. A későbbiek megértése szempontjából fontos, hogy gyors járásnál a kettős támasz időtartama jelentősen lecsökken, futásnál pedig megszűnik. Járás során, annak megfelelő kivitelezésénél a medence, a csípőízület, a térdízület és a bokaízület is szerepet játszik. Mindenre kiterjedően ezen ízületek vizsgálata meghaladja a cikk témáját, de a csípőízület vonatkozásában szükséges kitérni e biomechanikai összefüggésekre a könnyebb érthetőség kedvéért.¹⁰

A csípőízületben saroktámasznál 30–40 fokos flexio van jelen, majd fokozatosan extendálódik az ízület, amelynek végén teljes extensio következik be az elrugaszkodási fázis előtt, majd fokozatos flexio kezdődik, a saroktámaszig. A térdízületben a flexio fokozatosan extenzióba megy át, majd a végextenzió, amely a másik oldali láb saroktámaszát jelenti egyben, gyors flexio következik ismét.¹¹

Ha megértettük a járást és állást mint alapvető alsó végtagi mozgást, akkor számos további érdekes szempont alapján vizsgálhatjuk, boncolgathatjuk a folyamatot. Születtek tanulmányok, amelyekben a szerzők többek között a nemi különbségekből adódó eltéréseket is vizsgálták. Azt találták, hogy a női láb – általában – kisebb volta miatt a sarok-lábközép-lábujj érintkezése a járás állási fázisában a talaj-láb érintkezési idő összehasonlításában eltérő a férfi lábbal összehasonlítva.¹²

Az ízületek mozgását az azokat mozgató izmok biztosítják, így érdemes kitérni a csípőízület mozgását véghez vivő izmok működésére is. A csípőízületben a *gluteus maximus* (a nagy farizom) a támaszkodási fázis elején működik, az abductorok működése szükséges a medence stabilizálásához. Ha a test súlypontja a lengő oldal felett van, akkor az abductoroknak kifejezetten nagy erőre van szükségük a medence stabilitásának megőrzéséhez, és ellentétesen: ha a támaszkodó oldal felett van a törzs súlypontja, akkor kisebb izomerő is elég a medence stabilizálásához. Kettős támasznál egyenletesen oszlik el a két csípőízület felett a törzs súlya. Az adductorok a sarok támaszkodásánál és az elrugaszkodás után működnek. A flexorok a lengési szakasz kezdetén aktívak. A térdízületben a m. *quadriceps* feladata a sarokra érést követően kezdődik, majd nincs aktivitása, amikor a támaszkodó végtag felett van a testsúly, azonban ismét aktiválódik a támaszkodási fázis végén. A comb flexorok aktivitása a lengőfázis végén és a támaszkodási fázis elején figyelhető meg.¹³

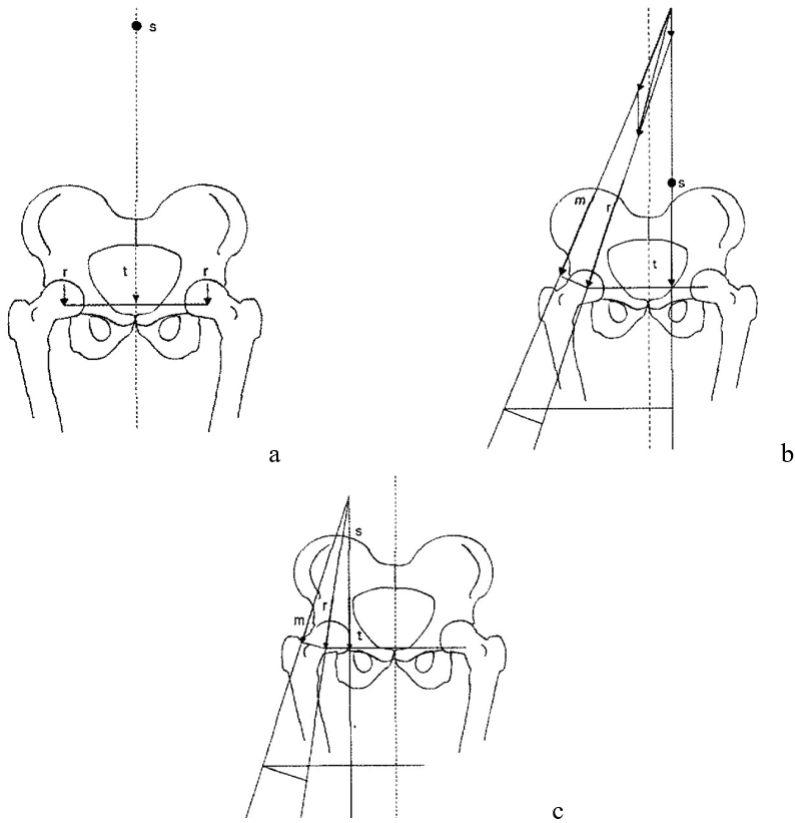
A csípőízületre ható erők a következőképpen alakulnak, ha a támaszkodó és a lengő végtag felett van a test súlypontja. A csípőízületre, annak szövetére, különösképpen a porc és a porc alatti csontszövetre ható mechanikai faktorok mind hatással vannak az ízületre (3. ábra).

¹⁰ Szendrői (szerk.) (2005): i. m. 29–30.

¹¹ Szendrői (szerk.) (2005): i. m. 30.

¹² Richard C. Nelson – Chaunsey A. Morehouse (szerk.): *Biomechanics IV*. Baltimore, Maryland USA, Macmillan Education, 1974. 85–90.

¹³ Nelson–Morehouse (szerk.) (1974): i. m. 30–31.



3. ábra

Súlyeloszlási viszonyok

Forrás: Szendrői M (szerk.) (2005): i. m. 31.

a: a test súlyának eloszlása kettős alátámasztás esetén

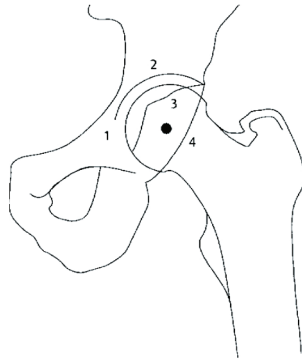
b: a nyomóerő, ha a test súlypontja a lengő végtag felett van

c: a nyomóerő, ha a test súlypontja a támaszkodó végtag felett van

S: a törzs súlypontja; t: testsúly; r: a femur fejre ható nyomás; m: abductor izomerő. b: a lengő oldal felett ható testsúly a hosszú erőkar miatt nagyobb abductor izomerőt kíván a medence lebillenésének megakadályozása érdekében. c: a támaszkodó végtag felett ható testsúly a megrövidült erőkar miatt kisebb abductor izomerőt tesz szükségessé a medence stabilitásához. Járás és egy lábon állás közben hasonlóan alakulnak ezek az erők és erőkarok.

Az ízület alakját legjobban a gömbízületi forma jellemzi, ahol a combcsont feje kongruens az ízületi vágával. Röntgenfilmen könnyű a combcsont fejének kontúrját felismerni, amelynek középpontja egyben az ízület rotációs központja is (4. ábra). A röntgenen látható ízületi vápa és fej kontúrja közti területen található a porc szövet, amely terület felezéspontjában van a tényleges ízületi felszín.¹⁴

¹⁴ Paul Brinckmann – Wolfgang Frobin – Gunnar Leivseth: *Musculoskeletal Biomechanics*. Stuttgart – New York, Thieme, 2002. 78–79.



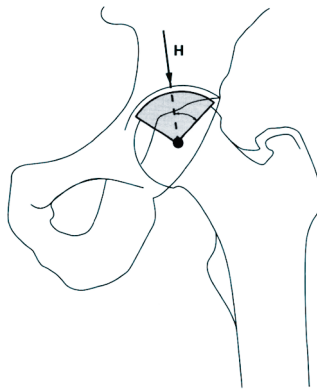
4. ábra

A röntgenfilmen fellelhető csípőízületi kontúrok

Forrás: Brinckmann–Frobin–Leivseth (2002): i. m. 79.

1: a csontos femur fej; 2: az acetabulum cranialis conturja; 3: az acetabulum elülső pereme; 4: az acetabulum hátsó pereme

A terhelő felszín megközelítőleg egy félgömbnek hat a modell alapján, azonban az ízületi vápa peremének alakja miatt igazából kisebb, mint egy félgömb. Kummer, vizsgálata alapján, azt találta, hogy a félhold alakú terhelési felszín szögben kifejezve kétszerese az erővektor és a vápa külső pereme közti szögnek¹⁵ (5. ábra).



5. ábra

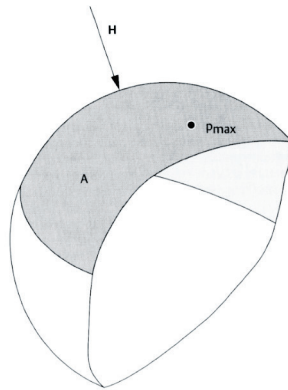
A félhold alakú terhelési felszín kivetülése

Forrás: Brinckmann–Frobin–Leivseth (2002): i. m. 80.

H: ez a nyíl mutatja meg a nyomóerő kivetülési pontját. A sötétszürke rész mutatja a teherviselő felszín kivetülését, amely az acetabulum lateralis sarka és a nyomóerő kivetülési pontja közti távolság duplája.

¹⁵ Benno Kummer: *Die Beanspruchung des menschlichen Hüftgelenks. I Allgemeinen Problematik. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte*, 127. (1968), 4. 277–285.

Brinckmann és munkatársai kimutatták, hogy a csípőízületben fellépő nyomás a 6. ábrán látható helyen terheli az ízületet.¹⁶ A nyomási maximum pedig, a vápa külső peremének elhelyezkedésétől, a terhelési erő nagyságától, a combcsont fejének sugarától, valamint a terhelési erővonal és a perem relatív elhelyezkedésétől függően valahol a perem és a nyomási erő vektorának kivetülési pontja közt helyezkedik el.¹⁷



6. ábra

A terhelési felszín sematikus ábrája a maximális nyomási pont feltüntetésével

Forrás: Brinckmann–Frobin–Leivseth (2002): i. m. 80.

A: terhelési felszín; H: a terhelési vektor; p_{max} : a maximális nyomáspont helye. Látható, hogy a maximális nyomáspont elhelyezkedése a nyomóerő kivetülési pontjától laterális irányba az acetabulum felső pereme felé tolódik.

Szintén Brinckmann és munkatársai munkájából tudjuk, hogy különböző csípőízületi fedettség esetén máshol és más erőnagysággal van jelen a porcra ható nyomás. Az emberi csípőízületre jellemző helyre eső maximális nyomást mutató pont a 130°-os fedettségnél látható. Természetesen ezt a 180°-os fedettséggel összevetve érdemes vizsgálni, ahol a félgömb centrumában hat a maximális nyomás. További értékeket vizsgálva, a fedettségi szöget csökkentve azt kapták, hogy 110°-nál már konkrétan a vápa peremére helyeződik át ez a nyomásmaximum.¹⁸ Ez pedig nagyon fontos szerepet tölt be a csípőízület terhelése és terhelhetősége szempontjából. Ebből könnyű következtetni arra, hogy nem megfelelő fedettség esetén a csípőízületre jellemző nyomáspont eltérő lehet, ami az ott lévő porc károsodását felgyorsíthatja, ezzel degeneratív betegségek talaját képezheti, panaszok megjelenését indukálhatja.

¹⁶ Paul Brinckmann – Wolfgang Frobin – E. Hierholzer: *Stress on the articular surface of the hip joint in healthy adults and persons with idiopathic osteoarthritis of the hip joint*. *Journal of Biomechanics*, 14. (1981), 3. 149–156.

¹⁷ Brinckmann–Frobin–Leivseth (2002): i. m. 81.

¹⁸ Paul Brinckmann – Wolfgang Frobin – E. Hierholzer: *Belastete Gelenkfläche und Beanspruchung des Hüftgelenks*. *Zeitschrift für Orthopädie und Unfallchirurgie*, 118. (1980), 1. 107–115.

5. A csípőizület túlterhelése a szakirodalomban

A biomechanikai és anatómiai összefüggéseket megismerve és megértve nyilvánvalóbbá válik azon folyamatok fontossága, amelyek a csípőben túlterhelést okozhatnak.

A csípőizületben számos betegséget fel lehet sorolni, amelyek a normál biomechanikai viszonyokat megváltoztatva átalakítják a terhelést, túlterhelve az izületet. A látványos betegségek közt, mint a balesetek következtében kialakult anatómiai eltérések, gyulladások okozta deformációkon, daganatok csontot és izületet érintő roncsolásán kívül, vannak kevésbé nyilvánvaló és látványos betegségek is. Ilyenek – a teljesség igénye nélkül – például a gyermekkori combfej-növekedési fuga elcsúszása (*epiphyseolysis capitis femoris*) és a csípőizületi beütődéses kórkép (*impingement coxae*), amely utóbbi tudományos vizsgálatom tárgyát is képezi.

Az *impingement coxae* három formájának – a CAM,¹⁹ a PINZER²⁰ és a KEVERT²¹ típus – jelenléte hagyományos (*anteroposterior*) röntgenfelvétellel is megállapítható, speciális röntgen jelek, mint az ülőtővis (*spina ischiadica*) jel,²² a hátsó fal jel,²³ a keresztződési tünet,²⁴ az ellapult fej és a pisztolymarkolat deformitások²⁵ alapján. A betegség fontosságát az adja, hogy az átlag populációban vizsgálva magas arányban találtuk ezen elváltozás valamelyik formáját azoknál, akiknél csípőkopás miatt protézisműtét vált indokolttá. Az esetek 88%-ában jelen voltak a betegségekre jellemző röntgentünetek, míg a kontrollcsoportnál ez csupán 8,8%-nak adódott.²⁶ A már említett kutatásom egyik hipotézise, hogy az aktív szolgálatot teljesítő katonák esetén is magas arányban találunk ilyen elváltozást, amely a megnövekedett terheléssel együtt szerepet játszik a panaszok kialakulásában. A nemzetközi irodalom áttekintése során megerősítést találtam feltevésem igazolhatóságára, kutatásom létjogosultságára.

Harrison és munkatársai írták le először a porc degeneratív elváltozását már kezdődő porckopásban (*arthrosis*) is.²⁷ Pawels vizsgálatai után megállapította, hogy az izületi nyomásviszonyok – különösen a vápa peremének környékén – nagy szerepet játszanak az izület arthrosisának kialakulása szempontjából.²⁸ Radin és munkatársai kimutatták, hogy az izületi túlterhelés miatt első lépcsőben a porc alatti trabecularis csont elváltozása következik be, a megjelenő mikrotörések (*microfractura*) miatt, amelynek gyógyulási folyamatai ugyanezt a régiót megerősítik.²⁹

¹⁹ A combfej-nyak átmenetben lévő felrakódások következtében kialakult forma.

²⁰ Az izületi ajakporc (*labrum*) elmeszesedése, csontosodása, károsodása következtében kialakult forma.

²¹ A fenti kettő együttes megjelenését magában hordozó forma.

²² A *spina ischiadica* (ülőtővis, az ülőcsont egy nyúlványa) háromszög alakban bevetül a medencebemenetbe.

²³ Az izületi perem hátulsó része, a hátulsó fal vonala, a combfej középpontjához viszonyítva medialisán helyezkedik el.

²⁴ Az izületi perem elülső falának vonala fejeégi helyzetben (*cranialisán*), a hátulsó fal vonalához képest kívülre esik, míg a farokvég részen (*caudalisán*) belülre, ezáltal a röntgenen egymást keresztezve vetülnek.

²⁵ A combcsonti fej-nyak átmenet anatómiai görbülete kiegyenesedik a csontos felrakódások következtében.

²⁶ Zsáka Zsolt et al.: *Primer arthrosisok retrospectív vizsgálata anteroposterior medence felvételek alapján. – A Femoroacetabularis impingement okozta arthrosis. Magyar Radiológia*, 2015. július 11.

²⁷ M. H. M. Harrison – F. Schajowicz – J. Trueta: *Osteoarthritis of the hip: a study of the nature and evolution of the disease. The Journal of Bone and Joint Surgery*, 35B. (1953), 4. 598–625.

²⁸ Friedrich Pauwels: *Biomechanics of the Locomotor Apparatus*. New York, Springer, 1980.

²⁹ Eric L. Radin – Igor L. Paul – Marc J. Tolkoff: *Subchondral bone changes in patients with early degenerative joint disease. Arthritis & Rheumatology*, 13. (1970), 4. 400–405; Eric L. Radin et al.: *Response of joints to impact loading – III: Relationship between trabecular microfractures and cartilage degeneration. Journal of Biomechanics*, 6. (1973), 1. 51–57.

Látható, hogy az ízületi nyomásviszony és annak változása milyen negatív hatású az ízületekre, köztük a csípőízületre is. Ennek megértése fontos, hiszen megnövekedett terhelés esetén komolyan figyelembe kell veyük azokat az elváltozásokat, amelyek vagy az anatómiai, vagy a biomechanikai viszonyok miatt jelen vannak az egyénben, és a panaszok kialakulásában is nagy szerepet játszhatnak.

Az aktív katonai szolgálatot teljesítők vonatkozásában a mozgásszervi megbetegedések vizsgálatát elemző hazai szakirodalom nem áll rendelkezésre. Nemzetközi irodalomban természetesen található ilyen jellegű vizsgálatokat, de még azok közt is nagy számban vannak jelen az olyan tanulmányok, amelyek analógiát vonnak az aktív katonai szolgálat és az egyéb fokozott megterheléssel járó populációk, mint például a professzionális sportolók megterhelése közt. Kizárólagosan a katonai állományt vizsgáló nemzetközi írás lényegesen kevesebb számban található, és azok hivatkozásaiban is fellelhető a fenti analógia.

Cameron és munkatársai az Amerikai Egyesült Államok Hadseregének aktív állományában előforduló degeneratív ízületi kopás incidenciáját vizsgálták. Azt találták – nagy esetszámot vizsgálva –, hogy a degeneratív ízületi kopások nagyobb százalékban fordultak elő az aktív katonai állományban, mint a vizsgálat során összehasonlított átlag populációban. Tanulmányuk szerint a megnövekedett kor, az aktív katonai szolgálat, a női nem, az afroamerikai rassz mind összefüggésben van az osteoarthritis megnövekedett incidenciájával.³⁰ Scher és munkatársai szintén leírták, hogy az aktív szolgálatot teljesítő állományban a női nem, az afroamerikai rassz, a 40 év vagy annál magasabb életkor, a rangidős tiszti rang és a katonai szolgálat, különösen a haditengerészet, tengerészgyalogság állományában, jelent nagyobb rizikótényezőt mozgásszervi betegségek viszonylatában.³¹ Jochimsen és munkatársai szerint a veterán katonai populációnál kialakult arthrosis nagyobb százalékban azonosítható a csípő ütközéses kórképe következményének, mint a civil lakosság körében.³² Javasolták további vizsgálatok elvégzését, amelyekkel azt vizsgálják, hogy vajon az időben elvégzett arthroscópos beavatkozással megelőzhetővé, vagy késleltethetővé válik-e az aktív populációban az arthrosis kialakulása, illetve a kórkép kifejlődése.

Az irodalmi utalásokban több helyen feltűnik az arthroscopia (ízületi tükrözés) mint műtéti technika fogalma. Magyarozatként szeretném kifejtetni, hogy ezen eljárásnak napjainkban a diagnosztikai értékén kívül jelentős terápiás szerepe is van, mert a technika alkalmazása során számos elváltozást definitíve kezelni tudunk. Néhány ilyen lehetőség: a levált porc eltávolítása, művi microfractura³³ elvégzése, labrum (ajakporc) visszavarrása. Az arthroscópos műtét előnye többek közt a szervezet és a szövetek számára fellépő, jelentősen kisebb megterhelés, a szövődmények kockázatának

³⁰ Kenneth L. Cameron et al.: *Incidence of Physician-Diagnosed Osteoarthritis Among Active Duty United States Military Service Members*. *Arthritis & Rheumatology*, 63. (2011), 10. 2974–2982.

³¹ Danielle L. Scher et al.: *The Incidence of Primary Hip Osteoarthritis in Active Duty US Military Servicemembers*. *Arthritis & Rheumatism*, 61. (2009), 4. 468–475.

³² Kate N. Jochimsen et al.: *Femoroacetabular impingement is more common in military veterans with end-stage hip osteoarthritis than civilian patients: A retrospective case control study*. *Military Medical Research*, 6. (2019), 1. 27.

³³ Microfractura során a körülhatárolt porcdefektus területén lévő csontkéregállomány átütése történik, amelynek következménye, hogy a kiszivárgó csontvelőben lévő őssejtek képesek lehetnek rostosporc kialakítására.

csökkenése, a rehabilitációs idő lerövidülése, aminek pedig következménye az újbóli hadrendbe állíthatóság várakozási idejének csökkenése.

Blank és munkatársai a csípőtájéki fájdalmakat vizsgálva állapították meg, hogy az aktív katonai szolgálat, a női nemhez való tartozás és a magasabb életkor megnövekedett rizikófaktort jelentenek a degeneratív csípőtájéki fájdalom kialakulásában.³⁴ Gwathmey és munkatársai a csípő impingement és a túlterheléses csípőbetegségek megnövekedett előfordulását írja le az aktív katonai állományban. Terápiás lehetőségként említi a csípőízület tükrözését mint definitív megoldást ezen esetekben, amely után a csípő terhelhetősége javul és a szolgálat ismét felvehetővé válik.³⁵ Dutton és szerzőtársai is azt jelentették, hogy a csípő arthroscopia effektív megoldásnak számít az aktív, a csípőízület bizonyos megbetegedéseivel küzdő katonai állomány esetében, valamint a műtét ráadásul lehetővé teszi a szolgálat további folytatását.³⁶ Yoo és munkatársai egy kisebb esetszámot vizsgáló tanulmányban azt közölték, hogy a csípő arthroscopia eredményessége a katonai populációt vizsgálva hasonló, mint a civil populatio esetén. A kórházban eltöltött időt többnek találták a civil lakosság kórházban töltött idejéhez képest, azonban az aktivitáshoz való teljes visszatérés hasonlóan mutatkozott.³⁷ Kuhn és munkatársai azt vizsgálták, hogy a csípőízületi vápa biomechanikai eltérése esetén milyen valószínűséggel alakulnak ki panaszok az érintett csípőben, valamint hogy ez milyen relációban van az ütődéses combnyaktöréssel. Azt közölték, hogy nagyobb százalékban volt jelen az eltérés a stresszes törést elszennvedő katonák esetén.³⁸ Hasset és szerzőtársai más szempontból is elemezték a bevetések utáni fájdalom mint tünet kialakulását. Úgy találták, hogy alacsony kedélyállapotú szint esetén nagyobb valószínűséggel jelentek meg új panaszokként a mozgásszervi fájdalom tünetei.³⁹ A kiképzések és bevetések közben fellépő biomechanikai hatásokon kívül a speciális eszköz és felszerelés is okozhat mozgásszervi panaszokat, ezért ezek állandó felülvizsgálata és fejlesztése szükséges. A nemzetközi irodalomban megtalálható Lenton és munkatársai közleménye, amelyben a katonai testpáncél viselésével kapcsolatos kutatásaikat összegezték. Azt találták, hogy a testpáncél viselése, használata, nem megfelelő kialakítása növelheti a mozgásszervi sérülések valószínűségét.⁴⁰

Ezen irodalmi példák is jól mutatják, hogy milyen jelentősége van a mozgásszervi irányú szűrésnek és állandó monitorozásnak az aktív állomány esetében. Az irodalmi áttekintésben felhozott közlemények példaként szolgálnak olyan, más szerzőktől

³⁴ Elizabeth Blank et al.: *Incidence of Greater Trochanteric Pain Syndrome in Active Duty US Military Servicemembers*. *Orthopedics*, 35. (2012), 7. 1022–1027.

³⁵ F. Winston Gwathmey Jr. – Warren R. Kadrmaz: *Intra-articular Hip Disorders in the Military Population: Evaluation and Management*. *Clinics in Sports Medicine*, 33. (2014), 4. 655–674.

³⁶ Jason R. Dutton et al.: *The Success of Hip Arthroscopy in an Active Duty Population*. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 32. (2016), 11. 2251–2258.

³⁷ Jun-Il Yoo et al.: *Outcomes of Hip Arthroscopy in a Military Population Are Similar to Those in the Civilian Population: Matched Paired Analysis at 2 Years*. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 34. (2018), 7. 2096–2101.

³⁸ Kevin M. Kuhn et al.: *Acetabular Retroversion in Military Recruits with Femoral Neck Stress Fractures*. *Clinical Orthopedic Related Research*, 468. (2010), 3. 846–851.

³⁹ Afton L. Hassett et al.: *Association Between Predeployment Optimism and Onset of Postdeployment Pain in US Army Soldiers*. *JAMA Network Open*, 2. (2019), 2. e188076.

⁴⁰ Gavin Lenton et al.: *The Effects of Military Body Armour on Trunk and Hip Kinematics During Performance of Manual Handling Tasks*. *Ergonomics*, 59. (2016), 6. 806–812.

eredő közleményekre, amelyek kutatásom szükségességét és gyakorlati alkalmazhatóságát bizonyítják. Tudomásom szerint kutatásom elsőként fogja feltárni, elemezni az aktív, szolgálatot teljesítő állomány hazai viszonylatban előforduló mozgásszervi megbetegedéseit, különös tekintettel a csípő bizonyos rendellenességeire.

Felhasznált irodalom

- Blank, Elizabeth – Brett D. Owens – Robert Burks – Philip J. Belmont: Incidence of Greater Trochanteric Pain Syndrome in Active Duty US Military Servicemembers. *Orthopedics*, 35. (2012), 7. 1022–1027. Online: <https://doi.org/10.3928/01477447-20120621-14>
- Brinckmann, Paul – Wolfgang Frobin – E. Hierholzer: Belastete Gelenkfläche und Beanspruchung des Hüftgelenks. *Zeitschrift für Orthop und Unfallchirurgie*, 118. (1980), 1. 107–115. Online: <https://doi.org/10.1055/s-2008-1051478>
- Brinckmann, Paul – Wolfgang Frobin – E. Hierholzer: Stress on the articular surface of the hip joint in healthy adults and persons with idiopathic osteoarthritis of the hip joint. *Journal of Biomechanics*, 14. (1981), 3. 149–156. Online: [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(81\)90021-X](https://doi.org/10.1016/0021-9290(81)90021-X)
- Brinckmann, Paul – Wolfgang Frobin – Gunnar Leivseth: *Musculoskeletal Biomechanics*. Stuttgart – New York, Thieme, 2002.
- Byrne, Damien P. – Kevin J. Mulhall – Joseph F. Baker: Anatomy and Biomechanics of the Hip. *The Open Sports Medicine Journal*, 4. (2010), 1. 51–57. Online: <https://doi.org/10.2174/1874387001004010051>
- Cameron, Kenneth L. – Mark S. Hsiao – Brett D. Owens – Robert Burks – Steven J. Svoboda: Incidence of Physician-Diagnosed Osteoarthritis Among Active Duty United States Military Service Members. *Arthritis & Rheumatology*, 63. (2011), 10. 2974–2982. Online: <https://doi.org/10.1002/art.30498>
- Dutton, Jason R. – Nicholas A. Kusnezov – Joseph T. Lanzi – E'Stephan J. Garcia – Mark P. Pallis: The Success of Hip Arthroscopy in an Active Duty Population. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 32. (2016), 11. 2251–2258. Online: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2016.05.042>
- Gwathmey, F. Winston Jr. – Warren R. Kadrmas: Intra-articular Hip Disorders in the Military Population: Evaluation and Management. *Clinics in Sports Medicine*, 33. (2014), 4. 655–674. Online: <https://doi.org/10.1016/j.csm.2014.06.013>
- Harrison, M. H. M. – F. Schajowicz – J. Trueta: Osteoarthritis of the hip: a study of the nature and evolution of the disease. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 35B. (1953), 4. 598–625. Online: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.35B4.598>
- Hassett, Afton L. – Joseph A. Fisher – Loryana L. Vie – Whitney L. Kelley – Daniel J. Clauw – Martin E. P. Seligman: Association Between Predeployment Optimism and Onset of Postdeployment Pain in US Army Soldiers. *JAMA Network Open*, 2. (2019), 2. e188076. Online: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2018.8076>
- Jochimsen, Kate N. – Cale A. Jacobs – Stephen T. Duncan: Femoroacetabular impingement is more common in military veterans with end-stage hip osteoarthritis

- than civilian patients: a retrospective case control study. *Military Medical Research*, 6. (2019), 1. 27. Online: <https://doi.org/10.1186/s40779-019-0218-5>
- Kuhn, Kevin M. – Anthony I. Riccio – Nelson S. Saldua – Jeffrey Cassidy: Acetabular Retroversion in Military Recruits with Femoral Neck Stress Fractures. *Clinical Orthopedic Related Research*, 468. (2010), 3. 846–851. Online: <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0969-5>
- Kummer, Benno: Die Beanspruchung des menschlichen Hüftgelenks. I Allgemeinen Problematik. *Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte*, 127. (1968), 4. 277–285. Online: <https://doi.org/10.1007/BF00524417>
- Lenton, Gavin – Brad Aisbett – Daniel Neesham-Smith – Alvaro Carvajal – Kevin Netto: The Effects of Military Body Armour on Trunk and Hip Kinematics During Performance of Manual Handling Tasks. *Ergonomics*, 59. (2016), 6. 806–812. Online: <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1092589>
- Nelson, Richard C. – Chaunsey A. Morehouse (szerk.): *Biomechanics IV*. Baltimore, Maryland USA, Macmillan Education, 1974.
- Pauwels, Friedrich: *Biomechanics of the Locomotor Apparatus*. New York, Springer, 1980. Online: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-67138-8>
- Radin, Eric L. – Howard G. Parker – James W. Pugh – Robert S. Steinberg – Igor L. Paul – Robert M. Rose: Response of joints to impact loading – III: Relationship between trabecular microfractures and cartilage degeneration. *Journal of Biomechanics*, 6. (1973), 1. 51–57. Online: [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(73\)90037-7](https://doi.org/10.1016/0021-9290(73)90037-7)
- Radin, Eric L. – Igor L. Paul – Marc J. Tolkoff: Subchondral bone changes in patients with early degenerative joint disease. *Arthritis & Rheumatology*, 13. (1970), 4. 400–405. Online: <https://doi.org/10.1002/art.1780130406>
- Scher, Danielle L. – Philip J. Belmont – Sally Mountcastle – Brett D. Owens: The Incidence of Primary Hip Osteoarthritis in Active Duty US Military Servicemembers. *Arthritis & Rheumatism*, 61. (2009), 4. 468–475. Online: <https://doi.org/10.1002/art.24429>
- Szendrői Miklós (szerk.): *Ortopédia*. Budapest, Semmelweis, 2005.
- Szentágothai János – Réthelyi Miklós: *Funkcionális anatómia* 1 kötet. Budapest, Medicina–Semmelweis, 1996.
- Yoo, Jun-Il – Tae-Ho Lee – Jae-Yoon Kim – Jae-Hyung Kim – Yong-Chan Ha: Outcomes of Hip Arthroscopy in a Military Population Are Similar to Those in the Civilian Population: Matched Paired Analysis at 2 Years. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 34. (2018), 7. 2096–2101. Online: <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.02.015>
- Zsákai Zsolt – Papp Miklós – Huszanyik István – Rácz Olivér – Molnár Péter – Károlyi Zoltán – Róde László: Primer arthrosisok retrospektív vizsgálata anteroposterior medence felvételek alapján. – A Femoroacetabularis impingement okozta arthrosis. *Magyar Radiológia*, 2015. július 11. Online: https://radiologia.hu/kozossegek/kategoria/msk/primer-artrozisok-retrospektiv-vizsgálata-anterioposterior-_15430362