

Funkcionális zoknik

Lázár Károly

A funkcionális zoknik abban különböznek a „közön-séges” zokniktól, hogy azon kívül, hogy kellemes viselési érzetet keltenek, elszigetelik a lábfejet a cipő belsejétől, egyúttal védve azt a cipő belseje okozta esetleges dörzsölő hatástól, melegítenek és természetesen kötőmódjuk és színmintázatuk révén esztétikai értékük van – mindezek felül olyan kivitelűek, hogy az alkalmazási céltól függően egy vagy több speciális tulajdonsággal rendelkeznek. Ilyen tulajdonság lehet a lábfej fokozott védelme valamely külső hatás (hideg, meleg, nyomás, a járás közben fellépő, bőrt károsító mechanikai hatás stb.) ellen. Ezenkívül vannak olyan funkcionális zoknik, amelyek a járás, futás közben a lábat terhelő megpróbáltatásokat mérik és jelzik, ezzel is szolgálva a zokni viselőjének egészségét. (Ez utóbbiakat nevezik „okos” vagy „intelligens” zokniknak.)

A következőkben áttekintjük a funkcionális zoknik néhány fajtáját. Előre bocsátjuk, hogy a gyógyászati segédeszköznek számító rugalmas, szorító hatású (kompressziós) zoknikkal, amik külön kategóriát jelentenek, ebben a cikkben nem foglalkozunk.

Okos zokni

Az „okos zokni” vagy „intelligens zokni” (angolul: smart socks) kifejezés először 2005-ben jelent meg a tudományos irodalomban egy mozgással kapcsolatos adatok gyűjtésére alkalmas intelligens eszköz jelentőségével összefüggésben. Olyan lábon hordható eszközt jelent, amely egy vagy több érzékelési technológiát, adatgyűjtő és -átviteli modult tartalmaz, valamint olyan vezeték nélküli adatkommunikáció megvalósítását vagy elfogadását teszi lehetővé, amely biztosítja a kommunikációt a zokni és az érzékelők jeleit feldolgozni és az elemzett adatokat megjeleníteni képes eszközök között.

A lábak mozgásának nyomon követése nagyon fontos lehet orvosi szempontból és nagyon fontos a sportolók hatékony edzése folyamán. Az orvosi gyakorlatban például alkalmas a lábak állapotának és a lábak mozgásának elemzésére, a láb diabéteszes fekélyesedésének és más rendellenességeinek előrejelzésére, a sportban a lábak mozgásának megfigyelésére. A sportolók lábsérüléseinek megelőzésére és teljesítményük fokozására alkalmazzák.

A legtöbb ilyen rendszer a talpon keletkező nyomást méri, de van olyan is, amely a nyomás helyett a láb hőmérséklet alakulását figyeli, mert ez egyes esetekben hatékonyabb, pontosabb, mint a nyomásmérés. A



A zokni talpába illesztett érzékelő (Sensoria)

hőmérséklet például pontos paraméterként használható a diabéteszes fekély kialakulásának megfigyelésére. Alkalmazzák a két rendszert együttesen is.

Kétségtelen hátrány, hogy a viselhető elektronikus készülék a zoknira rá van szerelve, nincs teljesen beleágyazva. Ez kellemetlenséget okozhat a viselésben és a normál járási körülményeket is befolyásolhatja. Az is hátrány, hogy ezeket a zoknikat csak úgy lehet mosni, ha először eltávolítják az elektronikus alkatrészeket. Ez utóbbi hátrányt a kutatások szerint úgy próbálják enyhíteni, hogy a beépített elektronikus készülékekhez vízálló burkolatot terveznek.

A különböző típusú mozgások (gyaloglás, futás, kocogás stb.) paramétereinek térbeli és időbeli rögzítésére és elemzésére különböző okos zoknikat terveztek. A hagyományosan erre használt gyorsulásmérő eszközökkel szemben az intelligens zoknik előnye, hogy képesek a talp és a talaj közötti érintkezést nyomon követni, ami a járás vagy futás közbeni nyomáseloszlás mérésére is lehetőséget ad.

A járás elemzésére például a nyomásérékelő szenzorokat a zoknitalp különböző helyeire illesztik, így elemezhető, hogy járás közben a talp különböző részei milyen terhelést viselnek és hogy az a lépés közben hogyan változik. Maguk a nyomásértékelők lehetnek például kisméretű textilbélgyegek, amelyek piezoelektromos tulajdonságú szálakból (például ilyen tulajdonságokkal rendelkező poliamidból) készülnek.

Másféle szenzorokkal, amelyek a lábon viselt zokni egyes részeinek (pl. a bokát fedő rész) járás közben bekövetkező folyamatos deformációját érzékelik, a mozgás sebességét lehet megfigyelni. Ismét más szenzorok a láb hőmérsékletének folyamatos változásait érzékelik.

Az intelligens zoknik egy orvosi alkalmazása a cukorbetegség lábmozgásának megfigyelése. Az ismétlődő megemlékedett terhelés, a rosszul illeszkedő lábbeli, a cipőben lévő tárgyak (pl. nem megfelelő talpbetétek) és egyebek hozzájárulhatnak a túlzott nyomás kialakulásához és lábfekélyek kialakulásához ezeknél a betegeknél. Ezért szükség van olyan eszközre, amely figyelemmel kíséri a külső nyomást. Egy ilyen irányú fejlesztési munka során a zokniba nyolc nyomásérzékelőt kötöttek. A járás során a lábnyomást mérték és Bluetooth-kapcsolat segítségével továbbították egy okostelefonra. Az adatok kiértékelésével megállapítható volt a betegség előrehaladottsága. Ilyen betegségben szenvedőknél a láb hőmérséklet alakulása is fontos mutató. Ezek a hőmérséklet-változások jó előrejelzői a cukorbetegség lábfekélyének, ami szövődményekhez, akár amputációhoz is vezethet. A megnövekedett bőrhőmérséklet és a talpnyomás egyidejű túlterhelése még egészséges embereknél is jelezheti lábfekély kialakulásának veszélyét.

Egyes intelligens zoknik érzékelőket tartalmaznak a boka körüli lábizmok aktivitásának meghatározására, a baleseti kockázat vagy az egészségi állapot felmérése érdekében, míg mások többféle érzékelővel vannak felszerelve az egészségi állapot vagy az egészségügyi rendellenességek meghatározására. Készültek olyan intelligens zoknik is, amelyeket koraszülöttek lábára húztak fel és amelyekben a légzést figyelő, a vér oxigéntartalmát és a pulzust mérő érzékelőt helyeztek el a csecsemő

állapotának folyamatos figyelésére és az esetleges rendellenességek azonnali jelzésére.[1, 2]

Kétrétegű sportzokni

Olyankor, amikor a láb nagyobb megterhelésnek van kitéve, például túrázáskor, kocogáskor, hosszútávfutásnál, hegymászásnál, sielésnél, vadászatokon stb., nagyon fontos a lábfej védelme. Ha erre nem fordítanak gondot, fájdalmas horzsolások seb vagy vízhiány keletkezhet a lábfejen. A lábfej ugyanis mozog a cipőben és ha a zokni jobban tapad a cipő belsejéhez, mint a lábfejhez, a zokni anyaga dörzsöli a lábfejet. Ez a mechanikai hatás eredményezheti a bőr sérülését. A hatást fokozhatja, ha a lábfej izzad és a zokni átnedvesedik.

Ezt a kellemetlenséget hivatott kiküszöbölni a kétrétegű zokni. Ezt úgy kell elképzelni, mintha két zoknit vennénk fel egymásra, de a kétrétegű zokni esetében ez a két réteg szorosan egymáshoz kapcsolódik, egy egységet képez. A belső réteget nedvtaszító anyagú fonalból – pl. poliészterből (előnyösen újrahasznosított poliészterből), egyes gyártmányoknál polipropilénből, más esetekben poliészter/poliamid/elasztán keverékből készítik, amely elvezeti a nedvességet a bőrről, amit azután a külső, nedvszívó anyagú réteg vesz fel. A belső réteg szorosan tapad a lábfejre, vele együtt mozog, így nem is dörzsöli azt. A külső réteg anyaga leggyakrabban pamut vagy gyapjú (esetleg merinógyapjú), de készül terjedelmesített szintetikus fonalból is. A külső réteget természetesen különböző kötés és/vagy színmintázatokkal is ellátják.

A két kelmeréteg között elhelyezkedő levegőréteg hőszigetelő hatású is,

Ha a cipőben nedvesség gyűlik össze, az gyengítheti a bőrt, hólyagokat és sebek keletkezését okozva. Amellett, hogy a nedves zokni nagyon kényelmetlen lehet, még a baktériumok elszaporodását is elősegítheti, ami láb- gombához vagy kiütésekhez vezethet. Hosszú, hidegben folytatott túrákon a nedves zoknik akár fagyási sérüléseket is okozhatnak.

Aki a lábfej nagyobb kipárnázását igényli, annak puha gyapjúfonalból készített külső rétegű, vagy belül frottírhurossal rendelkező zokni viselése ajánlható. A lábfej különböző területei különböző szintű védelmet igényelnek, ennek megfelelően a zokni különböző helyein eltérő kötésszerkezeteket (pl. frottírréteget) alkalmaznak.

A kétrétegű sportzoknikat a felhasználási célnak megfelelően különböző változatokban, különböző vastagságokban készítik. A vékonyabb változatokhoz az eredeti nagyságú cipő alkalmas lehet, de a vastagabb zokniknál szükség lehet arra, hogy egy számmal nagyobb cipőt viseljünk a szokásosnál.

Az ilyen szerkezetű zoknik gyártásához természetesen megfelelő, e célra alkalmas kötőgépekre van szükség. A jelentős zoknikötő-gép-gyárók ki is fejlesztették ezeket a típusokat. Például az olasz Busi cég Twin Layer elnevezésű gépén a tűshenger tűi kötik a külső, a tűstárcsa tűi a belső réteget. A két réteg egyidejűleg készül, és a zokni sarkánál és orránál egyetlen réteggé egyesülnek. Így a két réteg nem tud egymáson



A két réteg a sárgával jelölt helyeken egyesül (Busi)

elcsúszni. Szükség esetén a gép helyenként frottír kelme-szerkezetet készít, valamint megvan az a lehetőség is, hogy a kettős réteg csak a zokni bizonyos részein (csak a lábfej felső részén, vagy csak a talpon) alakuljon ki. Mintás zoknik esetében (a gép háromszínű minták készítésére alkalmas) az általában a zokni belsejében lebegő fonalvégeket a két réteg közé rejtik el, így biztosítva a zokni jobb kényelmét és tökéletes viseletét. A gép a zokni orrát láncolással automatikusan lezárja, így készre kötött termék kerül ki a gépről.[3, 4]

Taekwondo-zokni

Egy érdekes alkalmazása a nyomásérzékelőkkel ellátott zokniknak az, amelyet taekwondo-harcosoknak ajánlanak. Ők – egyebek között – rúgásokkal támadják ellenfelüket. Elvileg mezítláb vannak, de egyes esetekben megengedett a zokni viselése is. Ilyenkor olyan zoknit lehet felvenni, amelyben nyomásérzékelők vannak a kritikus helyeken és azonnal jelzik a zsúri előtt elhelyezett készüléken, ha a rúgás talált és ez pontot ér. Ez a zokni kialakításában is különleges: szabadon hagyja a lábujjak végét és a sarkot, a talpnak csak a középső részét takarja.[6]



Taekwondo-zokni (Sportsorion)

Zoknicipő

Ez a lábbeli a cipőt és a zoknit egyesíti magában. Viselése ahhoz hasonló érzetet kelt, mintha mezítláb lennénk, de mégis van valamilyen védelem a lábunkon. Mivel a hagyományos cipőben nem érezzük a talaj egyenetlenségeit, a lábfej passzívan viselkedik. Ezzel szemben a zoknicipőben a lábnak alkalmazkodnia kell az egyenetlenségekhez, ami számos izmot, szalagot és inat erősít, és javítja a láb általános állapotát.

A zoknicipőt a talp és a lábujjak területén puha, ütéstompító hatású anyag borítja, a mechanikai sérülések elleni védelem érdekében. A láb sokkal jobban mozog a zoknicipőben, mint a hagyományos cipőben. (Funkciója hasonlít a többnyire szabadidőben viselt, ún. „barefoot” – „mezítlábas” – cipőkéhez, amelyeknek nagyon puha és vékony a talpa, nincs emelt sarka, felső-része is nagyon puha, kényelmes.)[5, 7]



Zoknicipő (Skinners)

Ötujjas zokni (lábtyű)

Az ötujjas zokni ugyanúgy készül, mint az ötujjas kesztyű (innen származik a *lábtyű* elnevezés). Ezt a konstrukciót 1969-ben *Ethel Russel* találta fel. Az első pár ötujjas zoknit az 1970-es években kezdték viselni az Egyesült Államokban. Lányok hideg időben a

klumpájukban viselték, és gyakori volt, hogy térdig érő, valamint színes csikokkal és mintákkal díszített lábtűt hordtak.



Ötujjas zokni
(Temu)

A lábtyű cipő nélküli járáshoz, tornázáshoz, kényelmes mozgáshoz ajánlják. Előnye, hogy a lábujjak szabadon mozoghatnak és mégis fedve vannak. Megmarad a mozgásszabadságuk, ezért a láb vér- és nyirokkeringése optimális lehet. Mivel a kötött lábujjak elválasztják egymástól a lábujjakat, azok nem érnek, nem sűrűlnek egymáshoz, így enyhül a talpi bőrgyulladás vagy a Morton neuroma (leggyakrabban a lábujjak között jelentkező fájdalom, érzéketlenség, égő érzés, zsibbadás). Az ilyen zokni tökéletes illeszkedése révén járás, futás és más sportok közben sem fog elmozdulni, stabilan öleli a lábat, ezért nem keletkeznek a lábon fájdalmas vízthólyagok.[8]

Csúszásmentes zokni

Annak, akinek csak zokniban, cipő nélkül kell csúszós talajon közlekednie, előnyös az olyan zokni, amelynek talpára szilikongél-tapadókorongokat vagy gumi-szalagot ragasztanak,



Csúszásmentes zokni
(Temu)

amely csökkenti a zokni és a talaj közötti sűrűlődséget. Ilyet ajánlanak például fitness edzéshez, jógázáshoz, otthoni cipő nélküli viselethez és kisgyerekeknek, akik még éppen csak hogy elkezdene járni. Idős emberek gyakran esnek el pl. kövezett padlójú helyiségekben – számukra nagyon előnyös lehet, ha csúszásmentes zoknit viselnek. Sok esetben látják el az ötujjas zoknikat is csúszásmentesítő tapadókorongokkal.[9]

Vízálló zoknik

Túrázásnál, kerékpározásnál, vadászat, horgászat közben vagy szabadterei munkavégzésnél igen hasznos a meleg, vízálló zokni.

A Hydrostop™ márkanéven forgalmazott zokni felső részét a belső oldalon szilikonhoz hasonló (de nem szilikon-) réteggel kenik be, annak érdekében, hogy megakadályozza a külső nedvesség behatolását (pl. a fűzős cipő résein át) a lábhoz.[10]

Egy másik konstrukciónál (Sealskinz) a zokni háromrétegű, ragasztott szerkezettel rendelkezik, amely meleg és 100%-ban vízálló. Külső rétege terjedelmesített poliamid- vagy font polipropilénfonal (Polycolon®), belseje merinógyapjú (egyes típusoknál a puhaság és a jobb melegtartás érdekében frottírkötésben), és e két réteg között víztaszító, de lélegzőképes membrán helyezkedik el.[15]

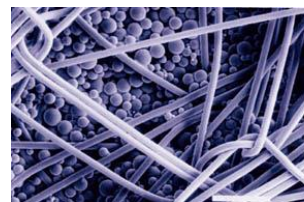
Melegtartó és hőszabályozó zoknik

Különlegesen nagyon hideg időkben jó szolgálatot tesznek a kifejezetten ilyen hőmérsékleti viszonyokra

tervezett és akár $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on is hordható melegtartó zoknik. Ezeket például 85% előzsugorított merinógyapjú/15% poliamid összetételű fonalból készítik, a még jobb meleg-

tartás érdekében belül frottírkötéssel. Vastagságára jellemző, hogy egy pár ilyen, L nagyságú férfi térdzokni tömege 206 gramm! [16]

A hőszabályozó zoknik anyagában mikroméretű kapszulákban fázisváltó anyagot (PCM) helyeznek el, ami lehűléskor halmazállapotváltozáson megy át. Ennek során hőelvonás ill. hőleadás történik. Melegben a szilárd anyag a megolvastásához szükséges hőmennyiséget a környezetétől vonja el, tehát hűt, ha pedig hidegben megszilárdul, a benne felhalmozódott hőenergiát a környezetének adja le és fűti azt. Emiatt az ilyen anyagot tartalmazó kelmekből készült zokni néhány celsius-fok tartományban hőszabályozó szerepet tölthet be: hidegben melegít, melegben hűt. Ezzel a módszerrel $15\text{--}35\text{ }^{\circ}\text{C}$ külső hőmérséklet tartományon belül állandósítani lehet a testközeli hőmérséklet állandóságát. [11]



PCM kapszulák textilszálak között [11]

Ha az így biztosítható melegítő hatás nem elegendő, akkor villamos árammal fűtött zoknira lehet szükség. Erre egy példa a W-TEC Tarviso típusú fűthető térdzokni, amelyben a lábfej elülső részén található szénszálak villamos árammal történő felmelegítésével biztosítják a hó egyenletes eloszlását a lábujjak területén és a lábfej elülső részén. A térdzokni saját, kisméretű, újratölthető elemmel rendelkezik, amelyet a szár felső részén kialakított zsebben helyeznek el. A fűtés 3 fokozatban ($45, 55$ és $65\text{ }^{\circ}\text{C}$) állítható be, erre távirányító szolgál. Ezt a terméket elsősorban téli sportokhoz vagy fűtetlen helyiségben való tartózkodás esetére ajánlják.[12]



Fűthető zokni
(W-TEC Tarviso)

Kompressziós sportzokni

A nagyrugalmasságú, határozott szorítóerőt kifejtő ún. kompressziós sportzoknikat a lábat megterhelő sportokhoz ajánlják, akár az edzéseken, akár a versenyeken. Ezek a térdzoknik a lábszár hosszában fokozatosan $15\text{--}30\text{ mmHg}$ szorítóerőt fejtenek ki (ez általában enyhébb nyomás, mint amit a gyógyharisnyáknál alkalmaznak). Előnyük, hogy fokozzák a vérkeringést a lábokban, csökkentik a visszerekhez kapcsolódó fájdalmat, megakadályozzák a vérpangást a vénákban, csökkentik a lábszár és a boka duzzadását, javítják a nyirokelvezetést és jó regenerálódást biztosítanak. Ugyancsak jótékony hatásúak tartósan álló munkát végző emberek számára is. Szokás ezeket a zoknikat a talpon és a lábujjaknál külön párnázott kivitelben



Kompressziós sportzokni
(Compressport)

készíteni. Különböző anyagösszetételekben gyártják, például 55% gyapjú (esetleg merinógyapjú)/43% poliamid/2% elasztán, vagy 60% gyapjú/20% poliészter/15% poliamid/5% elasztán stb.[13,14]

Antibakteriális zoknik

Ismeretes, hogy mind a réz, mind az ezüst antimikrobiális hatású, meggátolják a gombák és baktériumok szaporodását, ezért a réz- vagy ezüstionokat tartalmazó textil-akban izzadság hatására nem keletkezik kellemetlen szag. Ez előnyös a zoknik esetében is, amelyek bizonyos körülmények között nagyon átizzadnak, ideális környezetet biztosítva épp a kellemetlen szagokat előidéző mikroorganizmusok számára. Különösen javasolják olyanoknak, akiknek például hosszú ideig gumicsizmában kell dolgozniuk.

Az ezüst tartalmú zoknikról emellett megállapították, hogy javítják a vérkeringést és szabályozzák a testhőmérsékletet is. Ugyanakkor a tapasztalatok szerint forró vagy párás környezetben az ezüstionok reakcióba léphetnek az izzadsággal és a levegőben lévő egyéb vegyi anyagokkal és kellemetlen szagot eredményezhetnek.

A réz tartalmú zoknik valamivel kevésbé jó hőszabályozó tulajdonságúak, de meleg, párás éghajlaton is kisebb valószínűséggel okoznak kellemetlen szagot.[17]

Antibakteriális tulajdonságot tulajdonítanak a bambuszszálakból készült zokniknak is. (A szakirodalomban megoszlanak a vélemények, hogy ez valóban így van-e.) Ez a tulajdonságuk a bambusz kun nevű, természetes antimikrobiális bioaktív anyag jelenlétének tudható be, amely megmarad a kész bambusztexiliában is, a mosásban sem távozik, mivel szorosan kötődik a bambusz cellulózmolekuláihoz. Ellenállóvá teszi a bambuszt a kártevőkkel szemben, amelyek egyébként természetes környezetében károsítanak a növényt, ezért a termesztés során nincs szükség semmilyen növényvédő szer használatára.[18, 19]

Felhasznált irodalom

- [1] Smart Socks and In-Shoe Systems: State-of-the-Art for Two Popular Technologies for Foot Motion Analysis, Sports, and Medical Applications.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7435916/>
- [2] Electronic foot socks.
<https://www.kico.co.uk/product/electronic-scoring-system-electronic-foot-socks/>
- [3] A guide to double-layer socks.
<https://www.wrightsock.com/blogs/news/a-guide-to-double-layer-socks>
- [4] Busi Twin Layer.
<https://www.busigiovanni.com/en/solution-range-area/platinum-line/busi-twin-layer.html>
- [5] Hogyan válasszunk funkcionális zoknit?
<https://www.4camping.hu/cikkek/tanacsadas/hogyan-valasszunk-funkcionalis-zoknit/>
- [6] Sinobudo Taekwondo PU leather Foot Protector.
<https://sportsorion.com>
- [7] What even are barefoot shoes?
<https://www.groundies.com/was-sind-eigentlich-bar-fusschuhe/>
- [8] The Benefits of Toe Socks – Why Wear Toe Socks?
<https://feelboosted.com/benefits-of-toe-socks/#The%20Invention%20of%20E2%80%98E2%80%99Toe%20Socks%20E2%80%99E2%80%99>
- [9] The use of non-slip socks to prevent falls among hospitalized older adults.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0197457217300393>
- [10] Hydrostop™
<https://www.sealskinz.com/products/briston-waterproof-all-weather-mid-length-socks-with-hydrostop>
- [11] Intelligens textiliák. Hőszabályozó kelmék.
https://hu.wikipedia.org/wiki/Intelligens_text%C3%ADli%C3%A1k#H%C5%91szab%C3%A1lyoz%C3%B3_kelm%C3%A9k
- [12] Fűthető térdzokni.
https://www.insportline.hu/67858/futheto-terdzokni-w-tec-tarviso/41-46?gad_source=1&gclid=CjwKCAi-ApaarBhB7Ei-wAYiMwqiF8yzP8ko33Xl6cMPodD19QPM1zCV8HO8E4zinvTPBw8emxvKHPrxoCSwMQAvD_BwE#popis
- [13] Berg Freude honlap
<https://www.bergfreunde.eu/salomon-ultra-glide-crew-running-socks/>
- [14] Compressport honlap
<https://www.compressport.com/inter/en/30-recovery-socks>
- [15] Sealskinz honlap
<https://eu.sealskinz.com/collections/socks/products/waterproof-all-weather-ankle-length-sock>
- [16] Great Sox honlap
<https://greatsox.com/collections/extreme-cold-socks/products/j-b-fields-icelandic-50-below-wool-ice-sock>
- [17] Copper vs. silver socks: Which is better?
<https://www.pro-tectsocks.com/blogs/post/copper-socks-vs-silver-socks>
- [18] Alaa Arafa Badr: Anti-microbial and durability characteristics of socks made of cotton and regenerated cellulosic fibers.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016818301327>
- [19] Is bamboo really antibacterial? The truth explained.
<https://cariki.co.uk/blogs/the-green-road/is-bamboo-really-antibacterial>