Az asztma kezelése A DIGITÁLIS KORBAN

Dr. Rónai Zoltán
MyClinic Magánklinika, Pécs

Az asztma világszerte több mint 260 millió embert érint, előfordulása egyre nő, az egészségügyi ellátáshoz való hozzáférés, valamint a diagnosztikus és terápiás irányelvek betartása pedig jelentős kihívást jelent. A telemedicina komoly lehetőségeket kínál az asztmás betegek ellátásának javítására a társadalmi-gazdasági rétegek minden szintjén. Az asztma monitorozására és kezelésére szolgáló, folyamatosan fejlődő digitális eszközök kulcsszerepet játszanak a telemedicinában. Ide tartoznak a távoli betegmegfigyelő eszközök, a digitális inhalátorrendszerek és a mobiltelefonos egészségügyi applikációk, amelyek lehetővé teszik az állapot folyamatos megfigyelését és elősegítik a kezelési protokollok betartását. A kezelést monitorozó digitális eszközök a gyógyszerhasználatot, az inhalációs technikát, valamint az élettani paramétereket (csúcsáramlás és oxigénszaturáció) figyelik. A telemedicinális vizitek során az orvosi vizsgálat bizonyos elemei videón keresztül is elvégezhetőek, és ezek sok szempontból megközelítik vagy helyettesítik a személyes vizsgálatokat, például az általános megjelenés, a légzési izommunka és a köhögés értékelését. Ugyanakkor továbbra is kihívást jelent a digitális technológiák méltányos hozzáférhetőségének biztosítása, különösen az alacsony jövedelmű betegcsoportokban, valamint a betegadatok védelmének és a digitális platformok adatbiztonságának folyamatos fenntartása.

TELEMEDICINA AZ ASZTMA KEZELÉSÉBEN

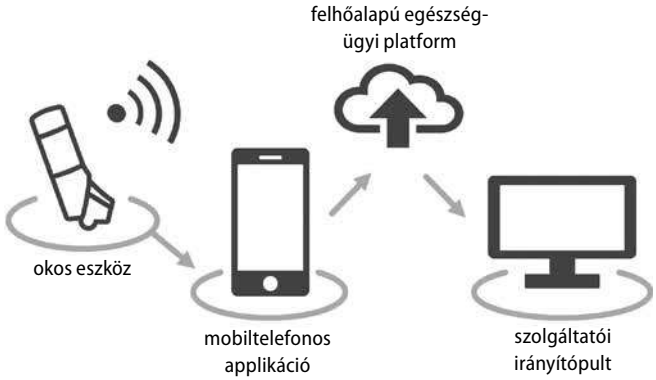
A koronavírus-járvány rávilágított a telekommunikáció szükségességére az orvosok és a betegek között, ami a telemedicina használatának robbanásszerű növekedéséhez vezetett. A járvány előtt a telemedicinát csak ritkán alkalmazták az egészségügyben, 2019-ben ez mindössze az orvos-beteg találkozások körülbelül 15%-át tette ki, de 2021-re a használata majdnem 87%-ra ugrott, amely a járvány csúcspontjának felelt meg[1].

A telemedicina az Egészségügyi Világszervezet definíciója szerint „információs és kommunikációs technológiák alkalmazása a betegek állapotának javítása érdekében, az ellátáshoz és az orvosi információkhoz a hozzáférés növelésével”[2]. A telemedicina számos digitális eszközt foglal magában (videókonferencia, telefon, fax, e-mail, online betegportálok, távoli betegmonitorozó eszközök), amelyek betegadatokat gyűjtenek össze és továbbítanak diagnosztikai és terápiás célból (1. ábra). Az aszinkron telemedicina olyan kommunikációt jelent, amelynek során az információk különböző időpontokban cserélődnek az egészségügyi szolgáltató és a beteg között (például egy betegportálon keresztül), míg a szinkron telemedicina valós idejű interakciót foglal magában (például videókonferencián vagy telefonos konzultáción keresztül), amikor mindkét fél egyszerre van jelen[2]. A járvány idején ezek a technológiák lehetővé tették a kapcsolatot a betegek és az egészségügyi szakemberek között, miközben betartották a járványügyi biztonsági előírásokat.

A telemedicina számos gyakorlati előnyt nyújt a beteg és az orvos számára egyaránt, és magas betegelégedettséget eredményez[3]. A telemedicinális vizitek kényelme elősegíti, hogy a betegek nagyobb hajlandóságot mutassanak az egészségügyi rendszer igénybevételére, ami korábbi és hatékonyabb prevenciós beavatkozásokhoz vezet, beleértve a rendszeres kontrollvizsgálatokat is[4]. A telemedicina képes mérni a klinikai paramétereket, miközben a betegek a megszokott mindennapi környezetükben tartózkodnak, így természetesebb képet ad a betegek egészségi állapotáról. Például azok a vérnyomásmérések, amelyeket a beteg otthoni környezetében végeznek, pontosabb értékelést adnak a szív- és érrendszeri kockázatokról, mint azok, amelyeket klinikai környezetben végeznek[5]. Ez megkérdőjelezi a magasvérnyomás-betegség diagnosztizálása során hagyományosan az orvosi rendelőben végzett vizsgálatok értékét, és azt sugallja, hogy célszerűbb a betegek otthoni környezetében elvégezni bizonyos vizsgálatokat.

A telemedicina és a kapcsolódó technológiák fejlődése ellentmondásos módon elősegítheti a beteg és az orvos közötti szorosabb kapcsolat kialakulását azáltal, hogy virtuálisan lehetővé teszi az orvos számára, hogy belépjen a beteg személyes terébe. Továbbá, a telemedicina révén kizárható a betegek és az egészségügyi szakemberek fertőzésveszélye, amely személyes orvosi vizitek során felmerülhet[6-8]. Kimarad az egészségügyi intézménybe való oda-vissza utazás is, ami a szén-dioxid-lábnyom csökkenését eredményezi[9]. Az egészségügyi intézményekhez való közvetlen és hatékony hozzáférést megnehezítő szociális-gazdasági akadályok is csökkenthetők a telemedicina alkalmazásával[10]. Bizonyos társadalmi csoportok, például a vidéki területeken élők, több akadályba ütköznek az egészségügyi ellátás elérése során (földrajzi és közlekedési akadályok, helyi szakemberhiány), amiket a telemedicina megszüntet[11], miközben a beteg és az egészségügyi intézmény számára is csökkennek a költségek[9].

A telemedicinális vizitek hatékonyan dokumentálhatók integrált szoftverrendszerek (hang- és videófelvételek) segítségével, amelyek egyedi előnyöket biztosítanak a betegek számára. Ezek közé tartozik az a lehetőség, hogy a beteg később is visszanézhesse a konzultációkat a jobb megértés és az orvosi ajánlások jobb betartása érdekében. A telemedicinális vizitek videófelvétele és visszajátszása segíti a betegoktatást, és megkönnyíti azt, hogy a betegek megjegyezzék az orvos ajánlásait, és tovább erősítheti az egyének aktív részvételét az egészségügyi ellátásukban.



1. ábra: A telemedicinális ellátás összetevői: okos inhaler, mobiltelefonos applikáció, felhőalapú egészségügyi platform, szolgáltatói irányítópult. A mobiltelefonos applikáció egy betegorientált alkalmazás, ami a betegek okoseszközein tárolja az adatokat. Az okos eszköz Bluetooth-kapcsolaton keresztül automatikusan továbbítja az inhalációs és/vagy eseményadatokat a mobiltelefonos applikációba. A felhőalapú egészségügyi platform automatikusan szinkronizálja az adatokat a mobiltelefonos applikációval az események után vagy előre meghatározott időközönként. A szolgáltatói irányítópult egy biztonságos webes felület, amelyen keresztül a felhőalapú egészségügyi platform lehetővé tszi a betegspecifikus adatok megjelenítését az egészségügyi szakemberek számára.

Bár a telemedicina nagyon ígéretes a távoli területeken élő vagy közlekedési nehézségekkel küzdő emberek egészségügyi ellátásának megoldásában, fontos figyelembe venni alkalmazásának lehetséges akadályait. Sok embernek, különösen a vidéki és alacsony jövedelmű területeken nincs internet hozzáférése a szolgáltatás rossz lefedettsége vagy a szükséges eszközök hiánya miatt[12,13]. Hasonlóképpen akadályozó tényező a digitális írástudás hiányossága, amely anyagi helyzettől függetlenül előfordulhat, különösen az idősebb embereknél. Átfogó megközelítésre van szükség az ilyen kihívások kezelésére annak érdekében, hogy a telemedicina elérhetősége ne legyen korlátozva.

Mindezeket a kihívásokat is figyelembe véve, a telemedicinának egyértelműen helye van a mindennapi klinikai gyakorlatban, különösen olyan krónikus betegségek esetében, mint az asztma, ami optimálisan kezelhető rendszeres, adatvezérelt betegértékelésekkel, az orvos tevékenysége elsősorban konzultációs jellegű és nincs szükség tevőleges beavatkozásra[14-16].

A TERÁPIÁS ADHERENCIA JAVÍTÁSA TELEMEDICINA SEGÍTSÉGÉVEL

Az asztmakezelési protokollok magukban foglalják a gyógyszeres és a nem gyógyszeres kezelési stratégiákat az akut tünetek enyhítésére, a hosszú távú kezelésre és az exacerbációk kockázatának csökkentésére. A súlyossági besorolástól függően[17] a gyógyszeres protokollok tartalmazzák a rohamoldó gyógyszereket, például az inhalációs rövid hatású β-2-agonistákat, amelyeket rendszerint gyulladáscsökkentő gyógyszerekkel, inhalációs kortikoszteroidokkal együtt írnak fel. Ezek a gyógyszerek alkotják az asztma kezelésének alapját. A kezelési protokollok a kezelési lépcsőtől függően hosszú hatású β-2-agonistákat, hosszú hatású muszkarin-antagonistákat, leukotrién-modulátorokat, teofillint, monoklonális antitesteket és allergén immunterápiát is tartalmaznak.

Asztma esetén a terápiás együttműködés nem megfelelő: a betegek körülbelül fele nem tartja be a kezelésre vonatkozó utasításokat[18-19]. Az inhalációs kezelésre vonatkozó előírások nem megfelelő betartása a betegek 30%-70%-ánál fordul elő, ami rosszabb, mint más kórképek esetén. Ez cukorbetegség esetén 35%-45%[20], rosszindulatú daganatok esetén 21%[21], hipertónia esetén 38%[21]. Az asztmás betegek terápiás adherenciáját számos tényező befolyásolja, például a betegség krónikusságáról és a rövid, illetve hosszú távú kezelésekről alkotott hiedelmek, a társadalmi-gazdasági státusz, az orvosi ellátás elérhetősége és az orvos-beteg kapcsolat minősége[22]. A rossz adherencia az asztmás állapotromlások 24%-áért és az asztmával kapcsolatos kórházi kezelések 60%-áért felelős[23-24]. Az inhalációs kortikoszteroidok esetén a terápiás adherencia idővel csökken, ami a rövid hatású hörgőtágítók túlzott alkalmazásához, az asztma morbiditás és mortalitás, valamint az ellátási költségek növekedéséhez vezethet[25]. Ennek oka lehet az, hogy a betegek közül sokan tévesen azt hiszik, hogy a kontrolláló gyógyszer már nem szükséges akkor, amikor az asztma tünetmentes, és hogy a rövid hatású bronchodilatátor elegendő monoterápiaként[26]. Gyakori az inhalációs eszköz hibás használata is, vagy azért, mert soha nem tanították meg a betegnek, vagy azért, mert idővel romlik az inhalációs technika[21,27]. Nem ritkán előfordul az is, hogy az asztmás beteg nem veszi észre, hogy elfogyott a gyógyszere, és üres inhalátort használ. Sok asztmás betegnek előnyére válna, ha digitális eszközökkel folyamatosan nyomon követnék az állapotát.

Több munkacsoport leírta, hogy a telemedicina javítja az asztmás beteg állapotát. *Almasi és munkatársai* 33 olyan tanulmányt elemeztek, amelyekben a gyógyszerhasználatra emlékeztető riasztások vagy üzenetek, illetve távoktatási modulok hatásairól számoltak be[28]. *Johnson és munkatársai* jelentős javulást tapasztaltak az inhalációs gyógyszerek terápiás adherenciájában SMS alapú emlékeztetők alkalmazásával[29]. *Bender és munkatársai* 25%-kal jobb inhalációs kortikoszteroid adherenciát találtak azoknál az asztmás gyermekeknél, akiknél az elektronikus egészségügyi nyilvántartással integrált beszédfelismeréses telefonhívásokat használtak[30]. *Fedele és munkatársai* serdülőknél az AIM2ACT mobilalkalmazás használata mellett az Asztma Kontroll Teszt (ACT) segítségével meghatározott asztma kontroll, a terápiás adherencia és az asztmával kapcsolatos életminőség jelentős javulását látták[31]. Az *Almasi és munkatársai* által idézett tanulmányok a telemedicina használatakor jelentős költségmegtakarításról számoltak be. *Waibel* asztmás betegek 112 telemedicinális vizitje kapcsán jelentős költségmegtakarításról számolt be, beleértve 200 munkanapot, 58 000 dolláros utazási költséget és 80 000 kilométernyi meg nem tett utat[32].

Portnoy és munkatársai azt találták, hogy az ACT pontszámok és a betegelégedettség tekintetében a telemedicina ugyanolyan hatékony, mint a személyes vizitek[14]. *van den Wijngaart* a virtuális asztma klinikákon gondozott asztmás betegeknél több tünetmentes napot és jobb ACT pontszámokat tapasztalt, mint személyes beteggondozás esetén[33].

Ong és munkatársai 10 tanulmány metaanalízisével arra a következtetésre jutottak, hogy gyermekkori asztma esetén a telemedicina több tünetmentes napot és jobb asztmakontrollt eredményezett, mint az orvosi rendelői ellátás[34]. Egy jelenleg zajló randomizált, kontrollált vizsgálat a telemedicina hatását elemzi az asztma kontroll több összetevőjére[35].

ADATOK A TELEMEDICINÁLIS ELLÁTÁSHOZ

Az asztmás betegeknek szánt digitális eszközök megtervezéséhez, a működésük megvalósításához és optimalizálásához fontos az adatok gondos kiválasztása. Ide tartoznak a kórelőzmény adatai, valamint az élettani és a légzésfunkciós paraméterek, amelyeket elektronikus úton könnyen hozzáférhetővé kell tenni.



2. ábra: Vezeték nélküli fülhallgatóhoz és mobiltelefonhoz kapcsolódó digitális sztetoszkóp

Kórelőzmény

Ismerni kell a kezelést befolyásoló tényezőket, beleértve az addigi gyógyszeres kezelésre adott reakciókat (a hatást és a mellékhatásokat egyaránt), a társuló atópiás betegségeket, az asztma súlyosbodását okozó tényezőket (dohányfüst, levegőszennyezés), a társbetegségeket (szívbetegségek, reflux, alvászavarok), a gyógyszer-intoleranciákat és/vagy gyógyszerallergiákat, az esetleges nyelvi problémákat és tanulási zavarokat, valamint a gyógyszerek beszerzésének akadályait. A jelenleg használt gyógyszerek nevét és adagolását is rögzíteni kell, megmaradt gyógyszermennyiséggel együtt, és ki kell térni és az inhalációs technikára is.

Élettani paraméterek

A telemedicina során az egészségügyi szolgáltatóknak fel kell készíteniük a betegeket vagy az őket gondozókat arra, hogy önállóan mérjék a pulzust, a légzésszámot, a vérnyomást, az oxigénszaturációt és a testhőmérsékletet, és a mérési adatokat továbbítani tudják[3,5]. Rendelkezésre állnak már olyan valós idejű, Bluetooth-kapcsolatra képes elektronikus sztetoszkópok, amelyekkel rögzíthetők és továbbíthatók a tüdő és szív vizsgálata során hallható hangok[36-38]. A legújabbak vezeték nélküli fülhallgatóhoz is kapcsolódnak (2. ábra). Ezek az adatok – az asztma-specifikus mérésekkel együtt – felhasználhatók a betegség súlyosságának valós idejű értékelésére, és segítik a terápia módosítására vagy a sürgősségi ellátás szükségességére vonatkozó döntéshozatalt .

Asztma-specifikus mérések

Az oxigénszaturáció, a csúcsáramlás (3. ábra), az erőltetett kilégzési áramlási sebesség (FEV_1), valamint a szívfrekvencia és a szívritmus fontos mind az akut ellátás, mind pedig az asztma hosszú távú kezelése szempontjából. Az orvos ezen információk alapján módosíthatja a gyógyszereket, javasolhat sürgősségi ellátást, vagy további vizsgálatokat kérhet. A digitális inhalátor rendszerek (DIR) segítségével végzett áramlásmérések adatai is jól használhatók az állapot monitorozására[39].

Adatvédelem

A telemedicinális ellátás során a beteg adatainak védelme a szokásosnál több odafigyelést igényel, aminek ki kell terjednie az asztma-specifikus digitális eszközökre (okosórák és más hordható eszközök) is. Az ilyen eszközök tárolják a beteg asztmakontrollal kapcsolatos paramétereit, és további kockázatokkal járhatnak. Elvesztésük vagy ellopásuk esetén megvalósulhat a beteg személyes egészségügyi információihoz való jogosulatlan hozzáférés. A kockázatok csökkentése érdekében a hordható eszközöknek rendelkezniük kell olyan funkciókkal, amelyek lehetővé teszik a személyes adatok törlését, ha az eszközt elveszítik vagy ellopják (automatikus adattitkosítás, felhasználói hitelesítés, távoli adattörlés). Ezenkívül az adatok továbbítása során olyan biztonságos vezeték nélküli átvitelre van szükség, amelynek meg kell felelnie a az érzékeny egészségügyi adatok kezelésére és védelmére vonatkozó előírásoknak, és garantálni kell, hogy az adatokhoz kizárólag az erre jogosult szakemberek férhetnek hozzá.

A TELEMEDICINA ÁLTALÁNOS ESZKÖZEI

Telemedicinális vizitek

A mai digitális technológia nagy felbontású audio- és videóképességeit kihasználva az egészségügyi szakemberek könnyen hozzájuthatnak a személyes viziteken rögzíthető kulcsfontosságú adatokhoz[40]. A betegek különféle, kereskedelmi forgalomban elérhető platformokon keresztül vehetnek részt a videó alapú viziteken.

A fizikális vizsgálat számos alapvető elemét videókapcsolaton keresztül is értékelhetjük[41]. Ezek közé tartozik a beteg általános megjelenése, éberségi szintje és más neurokognitív jelek[42], a bőrszín (sápadtság, cianózis, kipirulás)[5,43,44], a hangminőség és az orrdugulás mértéke. A légzési munka megítélhető a mellkas mozgásainak megfigyelésével, felismerhető a gyors vagy felületes légzés, látható a légzőizmok működése, vala-

mint az orrlyukak tágulása[5,45]. A köhögés, annak minősége és gyakorisága is jól értékelhető, valamint a hörgő jellegű hangok is felismerhetők. Az ödéma jelenléte megállapítható, ha a beteg képes úgy elhelyezni a kamerát, hogy az mutassa megfelelő területet.

Részletezni kell, hogy a beteg milyen gyógyszereket használ, beleértve a nem orvos által rendelt kezelési módokat is (táplálékkiegészítők, vitaminok, alternatív kezelési módok). Tisztázni kell, hogy a beteg a gyógyszert a milyen adagban és milyen gyakorisággal alkalmazza. A gyógyszerbelégzési technika valós idejű bemutatása lehetőséget ad az orvos számára, hogy tanácsokat adjon és szükség esetén korrigálja a hibákat.

A beteg otthoni környezetének vizsgálatával azonosíthatók az asztmát súlyosbító allergének és irritáló tényezők. Ezek közé tartozik a dohányfüst, a kályha vagy a kandalló füstje, a házikedvencek vagy a különböző helyeken (pl. szőnyegek, kárpitok, függönyök, párnák, ágyneműk) megbúvó háziporatkák. A látottak alapján az orvos konkrét ajánlásokat tehet azokra a konkrét teendőkre, amelyekkel csökkenthető a kiváltó tényezőknek való kitettség[3]. Kétségtelen tény, hogy bizonyos környezeti hatások pontos elemzése helyszíni mintavételt és laboratóriumi kiértékelést igényel, azonban a beteg okostelefonján keresztül elvégezhető virtuális séta is kellő betekintést nyújt az orvos számára az asztma kontrollhoz kapcsolódó környezeti tényezőkbe. Az optikai technológia rohamos fejlődése lehetővé teszi a távoli környezet részletes elemzését, ami áthidalja a személyes és a virtuális környezeti vizsgálatok közötti szakadékot.

Távoli betegmonitorozás

A távoli betegmonitorozás (TBM) során digitális technológiát használunk a beteg egészségi állapotának távoli megfigyelésére és elemzésére, jellemzően a hagyományos klinikai környezeten kívül[46]. A TBM a telemedicina alapvető eleme, és magában foglalja (1) a beteg által generált adatok valós idejű gyűjtését; (2) az adatok továbbítását egy másik helyen lévő egészségügyi szolgáltató számára; (3) az adatok orvosok által végzett elemzését; és (4) a szükséges intézkedések kommunikálását a betegek felé[47]. Ma már széles körben elérhetők azok a vezeték nélküli eszközök, amelyek számos orvosi szakterületen lehetővé teszik a TBM-t. Ezek az eszközök képesek elektroencefalográfiát, elektrokardiográfiát és echokardiográfiát rögzíteni, tudják mérni az áramlási sebességet, a testhőmérsékletet, a testtömeget, a vérnyomást, a vércukorszintet és az oxigénszaturációt, továbbá figyelik a szívritmust és a szívhangokat[48-51]. A TBM folyamatosan figyeli a kritikus klinikai paramétereket, a rendszeres adatgyűjtés lehetővé teszi a beteg állapotának pontosabb nyomon követését, és javítja az asztmás beteg ellátásának költséghatékonyságát[52].



3. ábra: Mobiltelefonhoz kapcsolódó digitális csúcsáramlásmérő

Fontos kiemelni, hogy a TBM által rögzített terápiás adherencia adatok lényegesen pontosabbak, mint a betegek önbevallásai[53]. Ezáltal az egészségügyi szolgáltatók jobban tudják ösztönözni a beteg együttműködését gyógyszeres kezelés kapcsán, ami hozzájárul a jobb kórlefolyáshoz. A TBM segítségével jól felismerhetők az asztma súlyosbodásának előjelei, ami lehetővé teszi a korai beavatkozást. Például a TBM előre jelezheti a közelgő asztmás rohamot, ha figyeli a csúcsáramlásértékek romlását és a rohamoldó szer használatának gyakoribbá válását, lehetővé téve ezzel a gyors és személyre szabott beavatkozást[4]. A digitális inhalációs rendszerek valós idejű adatokat gyűjtenek a gyógyszerhasználatról, megkönnyítve a kezelési terv azonnali módosítását a pontos adherencia adatok alapján[4].

ASZTMA-SPECIFIKUS DIGITÁLIS ESZKÖZÖK

Digitális inhalációs rendszerek

A digitális inhalációs rendszerek (DIR) olyan technológiai eszközök, amelyek a szokásos gyógyszerbelégzőkkel integrálva segítik a kezelés hatékonyságának javítását a gyógyszerhasználat és az inhalációs technika nyomon követésével[4]. Ezek a rendszerek adatokat küldenek

mind a betegek, mind az egészségügyi szolgáltatók felé abból a célból, hogy javítsák az adherenciát és ezáltal az asztma kórlefolyását. A DIR célja, hogy a technológia segítségével nyomon kövesse és rögzítse az inhalációs eszközök használatát és a gyógyszerbelégzés minőségét[54]. Segít a kezelés optimalizálásában, végső soron pedig célja az asztma kontroll javítása, az életminőség növelése, valamint a kezelési költségek csökkentése[55,56].

A DIR két interfészből áll: az egyik betegnél, a másik az orvosnál van. Ezeknek a rendszereknek a hasznossága abban rejlik, hogy képesek rögzíteni, tárolni és megjeleníteni az inhalációs eszköz használatának fő jellemzőit, ezáltal javítják az adherenciát és a kezelés hatékonyságát. A rendszer képes azonosítani a kiadott gyógyszert, biztosítva ezzel, hogy a beteg valóban a helyes gyógyszert használja. A DIR időbélyegzővel látja el és naplózza az inhalációs eszköz aktiválását, lehetővé téve az orvosok számára a gyógyszerhasználati minták nyomon követését, és ennek megfelelően a kezelési stratégiák testre szabását.

A DIR méri a gyógyszerbelégzés áramlási sebességét és időtartamát, ami lehetővé teszi annak megítélését, hogy a beteg képes-e az inhalációs eszköz megfelelő működtetésére. A rendszer az eszköz gyógyszerleadása utáni inhaláció és a gyógyszerbelégzés utáni légzésvisszatartás időtartamát is figyeli, amelyek elengedhetetlenek annak eldöntéséhez, hogy a gyógyszeradag belégzése megfelelő volt-e, illetve volt-e elegendő idő a tüdődepozícióhoz. A DIR a gyógyszerkészlet leltározásával és a következő gyógyszerkiváltásra irányuló figyelmeztetéssel biztosítja a kezelés folyamatosságát, megelőzve a gyógyszer hiánya miatti a nem szándékos terápiás szüneteket.

A DIR az adatokat mind a beteg, mind az orvos számára elérhetővé teszi. Mindketten látják a kezelés folyamatát, az állapot változását, és ez ösztönzi az együttműködést. A rendszer értesítéseket is küld az esedékes gyógyszeradagokról, ami javítja az adherenciát. A DIR hangos oktató anyagokat is tartalmaz a helyes inhalációs technika elsajátításához. A rendszer a földrajzi helyhez tartozó légszennyezettségi és pollenszám adatokat is elküldi, lehetővé téve a beteg számára ezek lehetőség szerinti elkerülését. A beteg által beküldött adatok az orvosi interfészre kerülnek, ahol a szakorvosok megtekinthetik, elemezhetik és finomhangolhatják az antiasztmatikumokat és a kezelési tervet[4].

Számos tanulmány bemutatta a DIR előnyeit, nevezetesen a terápiás adherencia, az inhalációs gyógyszerbeviteli technika, valamint a tüneti pontszám és az életminőség javulását, az asztma súlyosbodásának csökkent kockázata mellett. A DIR használata mellett nőtt a megelőző gyógyszerek (inhalációs kortikoszteroidok) használata, ezzel párhuzamosan pedig csökkent a rohamoldó szerek (β-2-agonisták) használata[4,28].

Mosnaim és munkatársai egy digitális gyógyszermonitor és ehhez kapcsolódó okostelefonos alkalmazás adherenciára kifejtett hatását vizsgálták. A gyógyszermonitor rögzítette az inhalációs kortikoszteroidok és a rövid hatású β-2-agonisták (SABA) használatát. A vizsgálat elején asztmás tünetekre és gyógyszerhasználatra vonatkozó adatokat gyűjtöttek 14 napon át 100 asztmás betegtől, majd randomizálták őket. A vizsgálati csoport tagjai DIR használatával rendszeres visszajelzéseket kaptak, a kontrollcsoport tagjai nem kaptak semmilyen visszajelzést. A vizsgálati csoportban a SABA-mentes napok száma szignifikánsan, 19%-kal nőtt, miközben az inhalációs kortikoszteroidok használata csak minimálisan, 2%-kal csökkent. Ezzel szemben a kontrollcsoportban SABA-mentes napok száma csak minimálisan, (nem szignifikánsan) 6%-kal nőtt, az inhalációs kortikoszteroidok használata viszont jelentősen, 17%-kal csökkent[25].

Kiegészítő digitális eszközök az asztma kezelésében

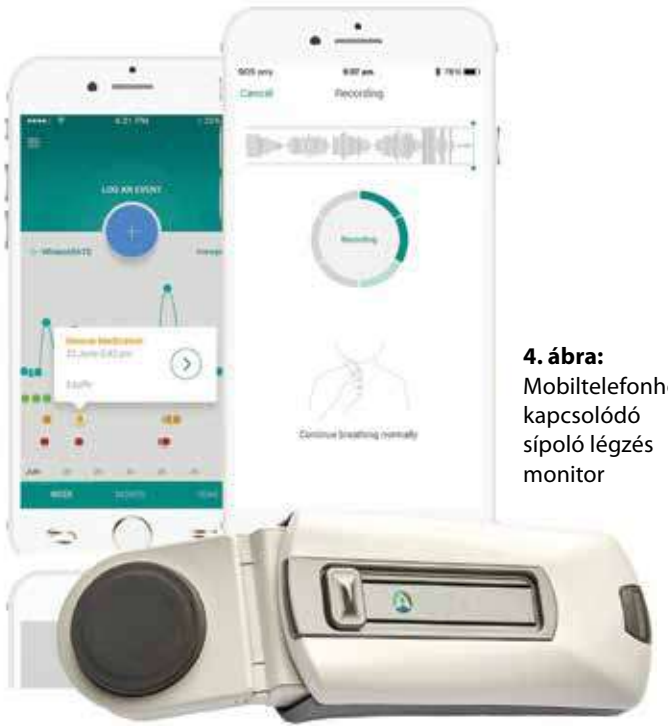
A digitális (ún. okos) eszközök megjelenése az egészségügyben nagy mértékben javítja az asztma távoli monitorozásának minőségét. Az okos spacer például nemcsak a terápiás adherenciát figyeli, hanem visszajelzést ad az inhalációs technikáról is, és szükség esetén személyre szabottan útmutatást ad[57]. Az otthon használható kézi spirométerek, csúcsáramlás és FEV_1 mérő eszközök lehetővé teszik, hogy a betegek önállóan és rendszeresen mérjék a légzésfunkciós paramétereiket, és ezzel fontos adatokat szolgáltassanak a kezelési terv időben történő módosításához[57-59]. Az otthon használható, hordozható spirométerek megfelelő mérési pontosságát számos vizsgálat bizonyította[58,60-66]. Az ilyen eszközök által beküldött adatok integrálhatók az elektronikus egészségügyi nyilvántartásokba, javítva ezzel az ellátás folyamatosságát és költséghatékonyságát.

Az okos sztetoszkópok és a nagy felbontású okostelefonos fényképezés pontosabb kiértékelést tesznek

lehetővé telemedicinális vizitek során[3]. A pulzoximéterek[3] és a légzésihang-monitorok[67] (mikrofonok, amelyek észlelik a szokatlan légzési hangokat), figyelmeztethetik az orvost az asztma súlyosbodásának korai jeleire (4. ábra).

Hirosawa és munkatársai kimutatták, hogy az internetalapú, valós idejű Bluetooth-kapcsolatú elektronikus sztetoszkóppal végzett távoli auszkultáció lehetővé teszi a különféle légzési hangok (normál légzés, sípoló légzés, szörtyzörejek, stridor, durva és finom ropogás) és a szívhangok (normál szívhangok, pitvari fibrilláció, aorta stenosis, aorta regurgitáció, mitrális stenosis, mitrális regurgitáció) felismerését olyan pontossággal, amely megegyezik az orvosi rendelőben, hagyományos sztetoszkóppal végzett, személyes vizsgálat eredményeivel[36]. Az okos mellény és legújabban az okos ágymatrac folyamatosan monitorozza a légzési és szív paramétereket, illetve a fizikai aktivitást, amelyek kulcsfontosságú tényezők az asztma kezelésében[3].

A virtuális valóság, a számítógép által generált vizuális szimuláció interaktív tanulási élményt kínál és komoly szerepe lehet a betegoktatásban. A szimulációk bemutathatják a helyes inhalációs technikát, útmutatást adhatnak az asztma kiváltó tényezőinek elkerülésére, és segíthetnek az akut állapotromlás kezelésében[68].



4. ábra: Mobiltelefonhoz kapcsolódó sípoló légzés monitor

AZ ASZTMA TELEMEDICINÁLIS KEZELÉSÉNEK ELŐNYEI ÉS KORLÁTAI

A koronavírus-járvány jelentősen megnövelte a meglévő technológiai eszközök használatát az egészségügyben, és elősegítette a digitális technológia alkalmazását az asztma kezelésében. A telemedicina alapú asztma ellátás előnyei – széleskörű hozzáférés az ellátáshoz; objektív adatgyűjtés az asztma-kontrollról, a gyógyszerhasználatról és az adherenciáról; a betegek és az egészségügyi szolgáltatók közötti valós idejű párbeszéd – még inkább értékelhetőek, ha tudjuk, hogy csak az Egyesült Államokban évente 2 millió sürgősségi vizit és 12,7 millió orvosi rendelői vizit történik asztma miatt[69,70].

A digitális asztma monitorozó eszközök javíthatják a szokásos asztma kezelési protokollok kapcsán a betegek együttműködését, ezáltal csökkentik a rossz adherencia miatti egészségügyi költségeket[55,56]. A digitális eszközök, mesterséges intelligenciát alkalmazó döntéstámogató programokkal párosítva, segíthetnek az orvosoknak a beérkező adatok elemzésében, és hatékonyabbá tehetik a betegek felé történő kommunikációt.

Szükség van a telemedicina alapú ellátás hosszú távú, széleskörű vizsgálatára, és ezekbe a vizsgálatokba az asztma minden súlyossági lépcsőjéről be kell vonni betegeket. Értékelni kell a telemedicinális ellátás során alkalmazott eszközök hatékonyságát a klinikai paraméterek, az adherencia és asztma exacerbációk megelőzése terén, de ugyanígy értékelni kell a betegek és egészségügyi szakemberek elégedettségét a telemedicina platform minden egyes részletével kapcsolatban. A kutatásnak arra kell összpontosítania, hogy a telemedicina eszközeit beépítve a hagyományos egészségügyi rendszerekbe, hogyan változik meg az ellátás minősége, hozzáférhetősége és költséghatékonysága[71].

A telemedicina kétségtelenül értékes eszköz az asztmás beteg ellátásában, de teljesen nem tudja helyettesíteni a személyesen elvégzett orvosi vizsgálatokat. Az eszközös vizsgálatok (otoszkópia, ophthalmoszkópia, rhinoszkópia, laryngoszkópia) és a képalkotó vizsgálatok a tisztán telemedicinális ellátás során nem elérhetőek. Emellett vannak olyan elemei a „való életben" zajló orvos-beteg interakciónak – például a közvetlen szemkontaktus vagy a szagok – amelyek a jelenlegi számítógépes rendszerekkel nem helyettesíthetők, és kizárólag személyes vizit során tapasztalhatók meg.

Ezeket a fenntartásokat figyelembe véve is kijelenthető, hogy a telemedicina egyre értékesebb és hatékonyabb módja az asztmás betegek ellátásának. A koronavírus-járvány idején a telemedicina, még az akkori kihívások ellenére is – beleértve a betegek elvárásainak megváltozását, a szakemberek hiányát és a pénzügyi korlátozásokat – megbízható és hatékony ellátási módnak bizonyult, amely a betegek és az orvosok részéről magas fokú elégedettséggel járt. ■

IRODALOM

1. Myrick K, Mahar M, DeFrances C. Telemedicine use among physicians by physician specialty: United States, 2021. Hyattsville: Centers for Disease Control and Prevention (U.S.) (2024). p. 1. Available online at: https://stacks.cdc.gov/view/cdc/141934 (cited August 15 2024).

2. WHO Global Observatory for eHealth. Telemedicine: Opportunities and Developments in Member States: Report on the Second Global Survey on EHealth. Geneva: World Health Organization (2010). p. 93. Available online at: https://iris.who.int/handle/10665/44497

3. Bajowala SS, Shih J, Varshney P, et al. The future of telehealth for allergic disease. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2022; 10(10): 2514-23.

4. Mosnaim GS, Greiwe J, Jariwala SP, et al. Digital inhalers and remote patient monitoring for asthma. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2022; 10(10): 2525-33.

5. Ansary AM, Martinez JN, Scott JD. The virtual physical exam in the 21st century. *J Telemed Telecare* 2021; 27(6): 382-92.

6. Ferrante G, Licari A, Marseglia GL, et al. Digital health interventions in children with asthma. *Clin Exp Allergy* 2021; 51(2): 212-20.

7. Shaker MS, Oppenheimer J, Grayson M, et al. COVID-19: pandemic contingency planning for the allergy and immunology clinic. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2020; 8(5): 1477-1488.

8. Anthony B Jnr. Use of telemedicine and virtual care for remote treatment in response to COVID-19 pandemic. *J Med Syst* 2020; 44(7): 132.

9. Dullet NW, Geraghty EM, Kaufman T, et al. Impact of a university-based outpatient telemedicine program on time savings, travel costs, and environmental pollutants. *Value Health* 2017; 20(4): 542-546.

10. Elliott T, Shih J, Dinakar C, et al. American College of allergy, asthma & immunology position paper on the use of telemedicine for allergists. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2017; 119(6): 512-517.

11. Waibel KH, Perry TT. Telehealth and allergy services in rural and regional locations that lack specialty services. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2022; 10(10): 2507-2513.

12. Graves JM, Abshire DA, Amiri S, et al. Disparities in technology and broadband internet access across rurality: implications for health and education. *Fam Community Health* 2021; 44(4): 257-265.

13. Hall K, Kafashzadeh D, Chen L, et al. Trends in telemedicine visits among pediatric asthma patients during COVID-19. *J Allergy Clin Immunol Glob* 2024; 3(2): 1-9.

14. Portnoy JM, Waller M, et al. Telemedicine is as effective as in-person visits for patients with asthma. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2016; 117(3): 241-245.

15. Chongmelaxme B, Lee S, Dhippayom T, Saokaew S, Chaiyakunapruk N, Dilokthornsakul P. The effects of telemedicine on asthma control and patients' quality of life in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2019; 7(1): 199-216.

16. Chan DS, Callahan CW, Hatch-Pigott VB, et al. Internet-based home monitoring and education of children with asthma is comparable to ideal office-based care: results of a 1-year asthma in-home monitoring trial. *Pediatrics* 2007; 119(3): 569-578.

17. Global Initiative for Asthma. GINA Main Report. Available online at: https://ginasthma.org/2023-gina-main-report/ (cited July 28, 2024).

18. Rand CS, Wise RA. Measuring adherence to asthma medication regimens. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149(2_pt_2): S69-76.

19. Dunear-Jacob J, Erlen JA, Schlenk EA, et al. Adherence in chronic disease. *Annu Rev Nurs Res* 2000; 18(1): 48-90.

20. Polonsky W, Henry R. Poor medication adherence in type 2 diabetes: recognizing the scope of the problem and its key contributors. Patient Prefer Adherence. 2016; 10: 1299-1307.

21. Sanchis J, Gich I, Pedersen S. Systematic review of errors in inhaler use. *Chest* 2016; 150(2): 394-406.

22. Roy A, Battle K, Lurslurchachai L, et al. Inhaler device, administration technique, and adherence to inhaled corticosteroids in patients with asthma. *Prim Care Respir J* 2011; 20(2): 148–54.

23. Bårnes CB, Ulrik CS. Asthma and adherence to inhaled corticosteroids: current status and future perspectives. *Respir Care* 2015; 60(3): 455-468.

24. Williams LK, Peterson EL, Wells K, et al. Quantifying the proportion of severe asthma exacerbations attributable to inhaled corticosteroid nonadherence. *J Allergy Clin Immunol* 2011; 128(6): 1185-1191.

25. Mosnaim GS, Stempel DA, Gonzalez C, et al. The impact of patient self-monitoring via electronic medication monitor and mobile app plus remote clinician feedback on adherence to inhaled corticosteroids: a randomized controlled trial. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2021; 9(4): 1586-1594.

26. Lycett H, Wildman E, et al. Treatment perceptions in patients with asthma: synthesis of factors influencing adherence. *Respir Med* 2018; 141: 180-189.

27. Price DB, Román-Rodríguez M, McQueen RB, et al. Inhaler errors in the CRITIKAL study: type, frequency, and association with asthma outcomes. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2017; 5(4): 1071-1081.

28. Almasi S, Shahbodaghi A, Asadi F. Efficacy of telemedicine for the management of asthma: a systematic review. *Tanaffos* 2022; 21(2): 132-145.

29. Johnson KB, Patterson BL, Ho Y-X, et al. The feasibility of text reminders to improve medication adherence in adolescents with asthma. *J Am Med Inform Assoc* 2016; 23(3): 449-455.

30. Bender BG, Cvietusa PJ, Goodrich GK, et al. Pragmatic trial of health care technologies to improve adherence to pediatric asthma treatment: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr* 2015; 169(4): 317.

31. Fedele DA, McConville A, Graham Thomas J, et al. Applying interactive Mobile health to asthma care in teens (AIM2ACT): development and design of a randomized controlled trial. *Contemp Clin Trials* 2018; 64: 230-237.

32. Waibel KH. Synchronous telehealth for outpatient allergy consultations: a 2-year regional experience. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2016; 116(6): 571-575.

33. Van Den Wijngaart LS, Roukema J, Boehmer ALM, et al. A virtual asthma clinic for children: fewer routine outpatient visits, same asthma control. *Eur Respir J* 2017; 50(4): 1700471.

34. Ong LT, Loh AJC, Chee NMZ. The effectiveness of telemedicine consultation in improving outcomes of asthma in the paediatric population: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Respirol Crit Care Med* 2024; 8(2): 33-42.

35. Cabrerizo-Carreño H, Muñoz-Esquerre M, Santos Pérez S, et al. Impact of the implementation of a telemedicine program on patients diagnosed with asthma. *BMC Pulm Med* 2024; 24(1): 32.

36. Hirosawa T, Harada Y, Ikenoya K, et al. The utility of real-time remote auscultation using a bluetooth-connected electronic stethoscope: open-label randomized controlled pilot trial. *JMIR MHealth UHealth* 2021; 9(7): e23109.

37. Lakhe A, Sodhi I, Warrier J, Sinha V. Development of digital stethoscope for telemedicine. *J Med Eng Technol Taylor & Francis* 2016; 40(1): 20-24.

38. Marani R, Gelao G, et al. High quality heart and lung auscultation system for diagnostic use on remote patients in real time. *Open Biomed Eng J* 2010; 4: 250-56.

39. Chan AHY, Pleasants RA, et al. Digital inhalers for asthma or chronic obstructive pulmonary disease: a scientific perspective. *Pulm Ther* 2021; 7(2): 345-376.

40. Yao P, Adam M, et al. A scoping review of the unassisted physical exam conducted over synchronous audio-video telemedicine. *Syst Rev* 2022; 11(1): 219.

41. Lu AD, Veet CA, Aljundi O, et al. A systematic review of physical examination components adapted for telemedicine. *Telemed E Health* 2022; 28(12): 1764-1785.

42. Watt JA, Lane NE, Veroniki AA, et al. Diagnostic accuracy of virtual cognitive assessment and testing: systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2021; 69(6): 1429-1440.

43. Chuchu N, Dinnes J, Takwoingi Y, et al. Cochrane skin group, editor. Teledermatology for diagnosing skin cancer in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; 12(12): CD013193.

44. Pooni R, Ronis T, Lee T, The CARRA Investigators. Telemedicine use by pediatric rheumatologists during the COVID-19 pandemic. *Pediatr Rheumatol* 2021; 19(1): b93.

45. Weinstein RS, Krupinski EA, Doarn CR. Clinical examination component of telemedicine, telehealth, mHealth, and connected health medical practices. *Med Clin North Am* 2018; 102(3): 533-544.

46. Hood C, Sikka N, Van CM, et al. Remote patient monitoring. (2023). Available online at: https://psnet.ahrq.gov/perspective/remote-patient-monitoring (cited July 28, 2024).

47. Vegesna A, Tran M, Angelaccio M, Arcona S. Remote patient monitoring via non-invasive digital technologies: a systematic review. *Telemed E-Health* 2017; 23(1): 3-17.

48. Gray M, Meehan J, Ward C, et al. Implantable biosensors and their contribution to the future of precision medicine. *Vet J* 2018; 239: 21-29.

49. Bergey GK, Morrell MJ, Mizrahi EM, et al. Long-term treatment with responsive brain stimulation in adults with refractory partial seizures. *Neurology* 2015; 84(8): 810-817.

50. Fang J, Huang S, Liu F, et al. Semi-implantable bioelectronics. *Nano-Micro Lett* 2022; 14(1): 125.

51. Rivas L, Dulay S, Miserere S, et al. Micro-needle implantable electrochemical oxygen sensor: ex-vivo and in vivo studies. *Biosens Bioelectron* 2020; 153: 112028.

52. Rojahn K, Laplante S, Sloand J, et al. Remote monitoring of chronic diseases: a landscape assessment of policies in four European countries. *PLoS One* 2016; 11(5): e0155738.

53. Mosnaim GS, Stempel DA, Gonzalez C, et al. Electronic medication monitoring versus self-reported use of inhaled corticosteroids and short-acting beta 2-agonists in uncontrolled asthma. *J Asthma* 2022; 59(10): 2024-2027.

54. Hoyte FCL, Mosnaim GS, Rogers L, et al. Effectiveness of a digital inhaler system for patients with asthma: a 12-week, open-label, randomized study (CONNECT1). *J Allergy Clin Immunol Pract* 2022; 10(10): 2579-2587.

55. Portnoy JM, Pandya A, Waller M, et al. Telemedicine and emerging technologies for health care in allergy/immunology. *J Allergy Clin Immunol* 2020; 145(2): 445-454.

56. Pappalardo AA, Codispoti CD, Mahdavinia M. Health care access in allergy and immunology: problems and potential solutions. *J Allergy Clin Immunol* 2024; 153 (2): 401-403.

57. Dierick BJH, Been-Buck S, Klemmeier T, et al. Digital spacer data driven COPD inhaler adherence education: the OUTERSPACE proof-of-concept study. *Respir Med* 2022; 201: 106940.

58. Kupczyk M, Hofman A, Kołtowski Ł, et al. Home self-monitoring in patients with asthma using a mobile spirometry system. *J Asthma* 2021; 58(4): 505-511.

59. Nair S, Padmanabhan A, Kumari A. Peak-flow or portable spirometry as a replacement for spirometry in the diagnosis of COPD and asthma. General Practice and Primary Care. Sheffield: European Respiratory Society (2018). p. PA906.

60. Finkelstein J, Cabrera MR, Hripcsak G. Internet-based home asthma telemonitoring: can patients handle the technology? *Chest* 2000; 117(1): 148-155.

61. Hernández CR, Fernández MN, Sanmartín AP, et al. Validation of the portable air-smart spirometer. *PLoS One* 2018; 13(2): e0192789.

62. ExarchosKP, Gogali A, et al. Validation of the portable bluetooth® air next spirometer in patients with different respiratory diseases. *Respir Res* 2020; 21(1): 79.

63. Barr RG, Stemple KJ, Mesia-Vela S, et al. Reproducibility and validity of a handheld spirometer. *Respir Care* 2008; 53(4): 433-441.

64. du Plessis E, Swart F, Maree D, et al. The utility of hand-held mobile spirometer technology in a resourc constrained setting. *S Afr Med J* 2019; 109(4): 219-222.

65. Richardson CH, Orr NJ, Ollosson SL, et al. Initiating home spirometry for children during the COVID-19 pandemic – A practical guide. *Paediatr Respir Rev* 2022; 42: 43-48.

66. Davis J, Ryan M, Marchetti P, et al. Real world feasibility of short-term, unsupervised home spirometry in CF. *Pediatr Pulmonol* 2022; 57(12): 3129-3135.

67. Doenges J, Kuckuck E, Cassel W, et al. Disease control in patients with asthma and respiratory symptoms (wheezing, cough) during sleep. *Asthma Res Pract* 2020; 6(1): 9.

68. Real FJ, Zackoff M, Beck AF, et al. Ready player: the use of virtual reality in paediatric asthma education. *Med Educ* 2019; 53(5): 519-520.

69. National Center for Health Statistics (NCHS). NHIS adult summary health statistics. Centers for disease control and prevention. (2024) Available online at: https://data.cdc.gov/NCHS/NHIS-Adult-Summary-Health-Statistics/25m4-6qqq/about_data (cited July 28, 2024).

70. NHIS Child Summary Health Statistics | Data | Centers for Disease Control and Prevention. Available online at: https://data.cdc.gov/NCHS/NHIS-Child-Summar Health-Statistics/wxz7-ekz9/about_data (cited July 28, 2024).

71. Gilkey MB, Kong WY, Kennedy KL, et al. Leveraging telemedicine to reduce the financial burden of asthma care. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2022; 10(10): 2536-2542.

Ez a közlemény
Bocian IY, Chin AR, Rodriguez A, Collins W, Sindher SB, Chinthrajah RS
Asthma management in the digital age
Front Allergy 2024;5:1451768. doi: 10.3389/falgy.2024.1451768
munkájának – Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License
(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) alapján készült – rövidített, átdolgozott és ábrákkal kiegészített változata.