

Velkey László Gyermekegészségügyi Központ, Miskolc,¹ Miskolci Egyetem, Egészségügyi Kar, Elméleti Egészségtudományi Intézet, Miskolc²

Testmozgás és 1-es típusú diabetes gyermek- és serdülőkorban: szisztematikus irodalmi áttekintés

Barkai László dr.,^(1,2) Lukács Andrea dr.⁽²⁾

Összefoglalás

A szerzők szisztematikusan áttekintették a 2010-es évtől megjelent tanulmányokat, amelyek a testmozgás, testedzés, fizikai aktivitás témakörével foglalkoztak 1-es típusú diabeteses gyermekeknél és serdülőknél. A 30 vizsgált tanulmány alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a fizikai aktivitás tekintetében a diabetesesek nem maradnak el jelentősebb mértékben egészséges kortársaikhoz képest, azonban a fizikailag aktívabb életforma többnyire kedvezőbb anyagcsere-kontrollt eredményez. A diabeteses fiatalok fizikai fittsége az egészséges kortársaikhoz képest csökkent és a fizikai teljesítmény a legtöbb tanulmányban szignifikáns negatív kapcsolatot mutatott a HbA_{1c}-értékkel, vagyis a jobb fizikai fittség együtt járt a kedvezőbb glykaemiás kontrollal. Az aerob és anaerob aktivitás különböző hatásainak megítélésére nincsen elegendő irodalmi adat gyermekkorban, azonban az anyagcsere kimutatható kedvező hatás hosszabb távú rendszeres aerob aktivitás esetén igazolható. Az inzulinkezelés módja az eddigi adatok szerint nem befolyásolja kimutatható módon a diabeteses gyermekek fizikai teljesítményét. A szülői támogatásnak meghatározó szerepe van a diabeteses fiatalok rendszeres testmozgásában, annak ellenére, hogy a szülők általában aggódnak a mozgás hatására kialakuló hypoglykaemia és anyagcsere-labilitás miatt.

■ **Kulcsszavak:** 1-es típusú diabetes, testmozgás, gyermekek, serdülők

Exercise and type 1 diabetes in children and adolescents: systematic review of the literature

Summary: The authors systematically reviewed studies published from 2010 about the exercise, physical training and physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes. Based on the 30 studies selected, the authors concluded that diabetic youths have not lower level of physical activity than healthy peers, however, more active lifestyle results in better metabolic control. Diabetic children have lower physical fitness than non-diabetic counterparts and most studies revealed a significant negative relationship with HbA_{1c}, consequently, better fitness associated with better glycaemic control. There are no sufficient data to assess differences in the effect of aerobic and anaerobic activity in childhood, however, longer-term regular exercise produces beneficial effect on metabolic control. Method of insulin administration does not seem to influence the physical performance of diabetic kids. Parental support plays a crucial role in the regular exercise of youth with diabetes despite the fact that they are afraid of hypoglycaemia and unstable metabolic control.

■ **Keywords:** type 1 diabetes, exercise, children, adolescents

Rövidítések

ADA: Amerikai Diabetes Társaság (American Diabetes Association); **MET:** metabolikus ekvivalens; **MDI:** többszöri inzulinadagolás (multiple daily injections); **RCT:** randomizált kontrollos vizsgálat (randomized controlled trial); **T1D:** 1-es típusú diabeteses; **T2D:** 2-es típusú diabeteses; **VO_{2max}:** maximális oxigénfogyasztás; **VO_{2peak}:** csúcs oxigénfogyasztás

Az emberi szervezet egészséges fejlődésének alapvető feltétele a rendszeres testmozgás, amely nem csak a fizikai képességek javulását segíti elő, de a szellemi és pszichés állapotra is hatással van.¹ Ez minden korosztályra érvényes, de a gyermekkorban elkezdett rendszeres testmozgás, sportolás döntően meghatározza a későbbi évek egészségi állapotát, életminőségét. A rendszeres fizikai testmozgás preventív és protektív tényezője a morbiditásnak, valamint fontos pszichofiziológiai védőfaktor is.² A krónikus betegeknek segít a betegséggel való megküzdésben, és a rendszeres testmozgás a diabetes kezelésének és gondozásának részét is képezi.³ A fizikai aktivitást gyakran a fizikai testmozgás vagy testedzés szinonimájaként használják, pedig értelmezése nem ugyanaz. E fogalmak felcserélését a nemzetközi irodalomban is nyomon lehet követni. Mivel jelenleg nincs hivatalosan elfogadott definíció, ezért tanulmányunkban a fizikai aktivitás alatt az egyénnek azt az életmódját értjük, ahogy mindennapjaiban viszonyul a különböző tevékenységeihez az energiafelhasználás oldaláról. Ide tartozik a közlekedés, a munkában/iskolában eltöltött idő, az otthoni teendők végzése, a szabadidős tevékenységek. A fizikailag aktív életforma kedvező életminőséget, az egészségmegőrzést segíti elő, ellentétben az inaktív életformával, amely a pszichés és klinikai betegségek megjelenését eredményezheti. Rendszeres testedzés alatt valamilyen célból végzett folyamatosan ismétlődő, tervezett, szabályozott fizikai mozgástevékenységet értünk. A rendszeres testmozgásnak – használhatjuk az edzés kifejezést is – meghatározható paraméterei vannak: intenzitás (a mozgásos külső terhelés és annak hatására jelentkező belső terhelés összessége), időtartam (a mozgásos inger megszakítás nélkül végzett időtartama), ismétlés (egy adott mozgás végrehajtásának az ismétlésszáma), gyakoriság (a rendszeres testmozgás – általában heti – előfordulása) és fajtája (dinamikus és statikus, amelyet vagy aerob vagy anaerob módon hajtunk végre). Jellemzője még az ingersűrűség (terhelési és pihenési szakaszok viszonya) és a mozgás bonyolultsága is (a gyakorlatok végrehajtásának komplikáltsága és a hozzátartozó pszichikai hatás), amely a fizikai aktivitás fogalma alatt nem értelmezhető. A rendszeres testmozgás hatására a szervezet számos módon alkalmazkodik a megváltozott követelmé-

nyekhez. Fittség alatt a fizikai jóllét, a jó közérzet állapotát értjük, amit együttesen az egészséges életvitel és a motorikus képességek fejlesztése eredményez.

A WHO szerint a „diabetes az egészség feltételekhez kötött állapota”, amely állapot a beteget végigkíséri egész élete során. Ez az állapot nem zárja ki az egészséges egyénekhez hasonló testmozgás, testedzés, sportolás végzését, de a betegségből adódó fiziológias folyamatok különbsége miatt nagyobb odafigyelést, tervezést igényel a beteg és a gondozó team részéről. Példaként említhetők külföldi, de hazai élsportolók is (Gary Hall Jr, Ferjancsik Domonkos), akik előbb kezdték el az aktív élsportolást, mint ahogy az 1-es típusú diabetest esetükben diagnosztizálták, de ennek ellenére pályafutásukat nem törte meg a betegség.

Ismert, hogy a vércukorszint hatással lehet az erő kifejtésre, a gyorsaságra, az állóképességre, a rugalmasságra, a gyors regenerálódásra, ami a sportolást befolyásolja. A vércukorszint megfelelő szinten tartása minden nap kihívást jelent a fizikai testmozgás befolyásoló hatása nélkül is. Ezt nehezíti az a tény, hogy a testmozgás különböző energianyerési formái (aerob vs. anaerob) különböző hatást gyakorolnak a vércukorszintre. Aerob testmozgások közé tartozik a közepes-intenzitású futás, kerékpározás, úszás stb., anaerob testmozgás a sprintfutás, a rezisztenciaedzés (ellenállással szemben végzett erő kifejtés) és bármilyen erős intenzitással járó mozgás ($>85\% \text{ VO}_{2\text{peak}}$). Korábbi tanulmányok arra engednek következtetni, hogy a közepes intenzitású aerob testmozgás fokozza a hypoglykaemia veszélyét, amely mozgás közben és órákkal utána is jelentkezhet. A rövid ideig tartó, erős intenzitású anaerob testmozgás később jelentkező hyperglykaemiát okozhat. Felnőtteknél végzett vizsgálata során Yardley azt tapasztalta, ha rezisztenciaedzést végeznek az aerob testmozgás előtt, akkor az javítja a glykaemiás stabilitást testmozgás közben, valamint csökkenti a mozgás utáni hypoglykaemia súlyosságát és időtartamát.⁴

A rendszeres testmozgás hatása a glykaemiás kontrollra eltérő eredményeket mutat a tanulmányokban. Yardly felnőtteket vizsgáló metaanalízisében és Kavookjian szisztematikus irodalmi áttekintésében nem talált egyértelmű bizonyítékot arra, hogy a testmozgás pozitív hatással lenne a glykaemiás kontrollra, bár az eredmények bizta-

tóak voltak. Ezt annak tudják be, hogy kevés jól megtervezett vizsgálat történt e téren.^{5,6} *Kennedy* metaanalízisében gyermekeket is vizsgált, és az eredmények alapján azt gondolja, hogy legalább 25 hetes megfelelő intenzitású intervenció programot követően lehet javulást kimutatni a glykaemiás kontrollban.⁷ *Lukács* szisztematikus irodalmi áttekintésében a testmozgást az energiahasznosítás oldaláról vizsgálta gyermekeknél és serdülőknél legalább 12 hetes intervenció program végzetével, de az ilyen irányú vizsgálatok viszonylag kis száma miatt nem tudott egyértelmű következtetést levonni, hogy akár az aerob vagy anaerob testmozgás bizonyítottan kedvezőbb változást okozna a glykaemiás kontrollban.⁸

A rendszeres testmozgás segíti a szív- és érrendszeri betegségek megelőzését, csökkenti a napi inzulinigényt, javítja az endothelfunkciót és csökkenti a szérum koleszterinszintjét,^{9,10,11} valamint lassítja a perifériás neuropathia kialakulásának folyamatát 1-es típusú diabeteses betegeknél.¹² A rendszeres testmozgás növeli az izomtömeget és a csontsűrűséget, és fontos pszichés védőhatást fejt ki a distressz ellen. Érdeemes megemlíteni a rendszeres testmozgás szerepét a testsúly optimalizálásában is. A diabeteses betegek egy része – hasonlóan egészséges kortársaikhoz – napjainkban kevésbé aktív életet élnek, és ebből is adódóan súlyfelesleggel rendelkeznek. Az elsődleges okok mellett (időhiány, nehezen elérhető létesítmények, a szolgáltatások igénybevételének anyagi háttere/nehézségei, motiváltság hiánya, életmódbeli, szemléletbeli változások) a diabeteses betegeknél a fentiekén kívül figyelembe kell venni a hypoglykaemiától való félelmet a gyermekek és szülők részéről, akik támogató vagy gátló hatással lehetnek gyermekeik rendszeres sportolására. *Fereday* tanulmányában a dél- ausztrál krónikus beteg gyermekek nem érezték magukat hátrányos helyzetben a testmozgás szempontjából, de a szülői támogatás meghatározó szerepet játszott a fizikai aktivitásukban.¹³ A mozgás okozta hypoglykaemiától a felnőttek is félnek, és ez a körülmény hátráltatja őket a megfelelő mértékű fizikai aktivitás végzésében.¹⁴ *Lehmann* 3 hónapos intervenció programjában azt tapasztalta, hogy a fizikai aktivitás növekedésével csökkent a súlyos hypoglykaemiás esetek száma. Vizsgálata során a glykaemiás kontrollban nem talált változást, viszont javult

a résztvevők fizikai fittsége, inzulinérzékenysége, a szisztolés és diasztolés vérnyomásértékek, valamint a nyugalmi szívfrekvencia is alacsonyabb értéket mutatott a vizsgálat végére.¹⁵ *Herbst* közel húszeszes mintaszámú keresztmetszeti vizsgálatában a rendszeres testmozgás hatását vizsgálta gyermekeknél és serdülőknél a glykaemiás kontrollra és a súlyos hypoglykaemia előfordulási arányára. A súlyos hypoglykaemiás esetek vagy eszméletvesztéssel járó rohamok száma nem emelkedett a testmozgás gyakoriságával. A rendszeres testmozgást végzők szignifikánsan jobb glykaemiás kontrollal rendelkeztek, mint inaktív társaik, s ez érvényes volt mind a két nemre és minden életkorra levetítve.¹⁶ *Edmunds* kisebb mintaszámú tanulmányában nem talált összefüggést a fizikai aktivitás és a pszichológiai jóllét, valamint a glykaemiás kontroll között.¹⁷

A gyermekeknek és serdülőknél napi minimum 1 óra közepes intenzitású testmozgás ajánlott.^{18,19} A séta nem elegendő részükre, bár jobb, mint bármilyen ülve végzett tevékenység. Általában egyszerű játékokra kell gondolni, mint a fogócska, focizás és egyéb sportjátékok, kerékpározás, amelyek kismértékben megindítják a hőtermelésből adódó verejtékezést, fokozzák a légvételek számát és a pulzusfrekvenciát.²⁰ Az azonos napi ritmusban végzett, azonos időtartamú és intenzitású mozgásfajta végzése ajánlott, mely a kezelés egyik alappillére.²¹ A realitások alapján azonban komoly nehézséget jelent a gyermekeknek egy kötött időbeosztást betartani. Ennek kiküszöbölését jelentheti a szervezett keretek között végzett sporttevékenység. Ha a gyermek egy adott sportágat űz, az edzések ideje és hossza tervezett, többé-kevésbé előre kalkulálható a várható intenzitás. (Nem elhanyagolható szempont a kortársak jelenléte mint motivációs tényező.) Az inzulinadag és a diéta változtatásával, valamint a gondos vércukorszint-ellenőrzéssel az 1-es típusú diabeteses fiatalok is biztonságosan tudnak sportolni.²² A mozgás által kiváltott terhelésre az egyéneknél egymástól eltérő pszichofizikai válaszreakciók keletkeznek, így nincs minden beteg számára egységesen alkalmazható használati utasítás. Számos olyan stratégiát dolgoztak ki, amely a fizikai terhelés által kiváltott hypoglykaemiától védené az 1-es típusú diabeteses beteget, mint pl. az edzés előtti inzulinadag csökkentése (esetleg elhagyása), extraszénhidrát bevitel edzés

közben vagy edzés után és a bazális vagy éjszakai inzulin csökkentése. Ezek az ajánlások – amelyeknek célja az edzés utáni hypoglykaemia megakadályozása – potenciálisan előidézhetik a vércukorszint megemelkedését akár a mozgás előtt, akár a mozgás után az esti órákban.^{23,24} Problémaként jelentkezik, hogy hiányoznak a meggyőző bizonyítékok arra, hogy mennyi az a szükséges fizikai testmozgás (gyakorisága, időtartama, intenzitása), amely alkalmas az optimális anyagcserehelyzet eléréséhez, fenntartásához.

A témakör nem egységes megítélése miatt a jelen irodalmi áttekintésünkben a 2010 után megjelent tanulmányokból kerestük az 1-es típusú gyermekek és serdülők testmozgását érintő kérdésekre az evidenciákat, amelyek támpontot adhatnak az egészségügyi szakembernek klinikai döntéshozatalában. Az alábbi kérdésekre kerestük a választ:

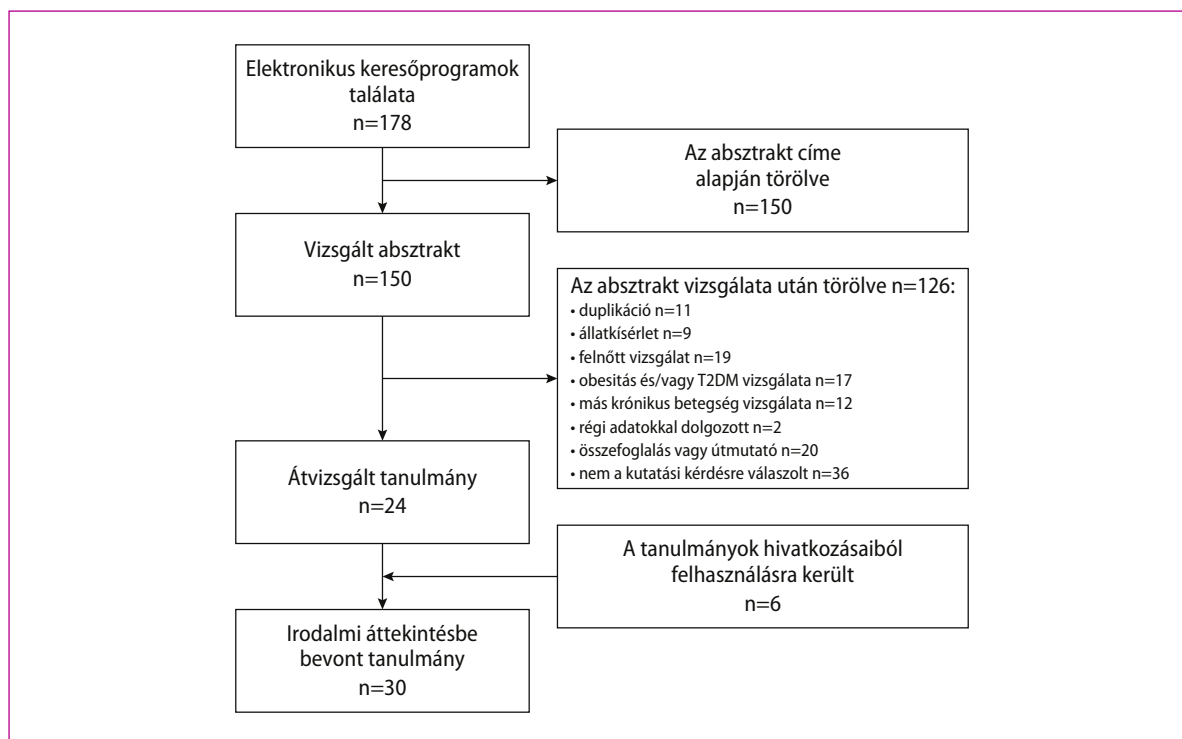
1. Különbözik-e az 1-es típusú diabeteses fiatalok és kortársaik fizikai aktivitása?
2. Létezik-e kapcsolat a fizikai aktivitás és a glykaemiás kontroll között?

3. Találunk-e különbséget az 1-es típusú diabeteses fiatalok és kortársaik motoros képességei és fizikai fittsége között?
4. Létezik-e kapcsolat a fittség és a glykaemiás kontroll között?
5. Milyen hatással van az aerob vs. anaerob testmozgás a glykaemiás kontrollra és a vércukorszintre?
6. Milyen befolyásoló hatása van a kezelés módjának?
7. Milyen tényezők gátolják a fiatal cukorbeteg-gek aktív részvételét a rendszeres testmozgásban, sportolásban?

Módszer

A szakirodalomkutatás stratégiája

A ScienceDirect, a PubMed és a Cochrane Library adatbázisban kerestünk a „type 1 diabetes”, „exercise”, „physical activity”, „physical fitness”, „child-



1. ábra. A tanulmányok bevonásának folyamatábrája

ren”, „adolescents” „youth” kulcsszavak alapján. Jelen irodalmi áttekintésünkben csak azokat a tanulmányokat vizsgáltuk, amelyeket 2010-ben vagy ezt követően publikáltak. A tanulmányok letöltése után a hivatkozásokból is merítettünk adatokat. A szisztematikus irodalmi áttekintéseket és a meta-analíziseket nem vettük figyelembe, mivel korábbi tanulmányokra épült a szintézisük, de a tanulmányunkban hivatkoztunk az eredményeikre.

Eredmények

A keresés 178 tanulmányt eredményezett, amelyből 28-at az absztrakt címe alapján töröltünk, 11-et duplikáció miatt, 9 tanulmány egerekkel vagy patkányokkal folytatott kísérletet, 19 tanulmány kizárólag felnőtt populációt vizsgált, 17 tanulmány túlsúlyos és kövér, illetve 2-es típusú cukorbetegek vizsgálatát végezte, 12 tanulmány más krónikus betegségeket nézett, 2 tanulmány régi adatokat használt fel. 36 tanulmány nem volt releváns a kutatási kérdés szempontjából, és 20 irodalmi összefoglalást és útmutatót is kivettünk. A letöltött tanulmányok irodalmi hivatkozásaiból még 6-ot felhasználtunk. Így összesen 30 tanulmányt néztünk át és elemeztünk, ezek közül 3 volt randomizált kontroll vizsgálat (RCT) (1. ábra). Összesen 7424 fő 1-es típusú diabeteses gyermeket és serdülőt vizsgáltak a tanulmányok (1. táblázat).

Fizikai aktivitás

A fizikai aktivitást kérdőívvel, lépésszámlálóval mérték, vagy pedig metabolikus ekvivalensben (MET) adták meg az energiafelhasználást. A tanulmányok egy része hasonló fizikai aktivitást talált a diabeteses és egészséges kortársak között,^{25,26,27,28} míg a tanulmányok másik része a diabeteses fiatalokat vélte fizikailag kevésbé aktívnak.^{29,30,31,32} Említést érdemel *Cuenca-García* tanulmánya, amelyben a diabeteses fiatalokat a nem diabeteses testvéreikhez hasonlította, azonban fizikai aktivitás tekintetében nem mutatkozott különbség a két csoport között.³³

A fizikai aktivitás és GC közötti kapcsolatot többféle módszerrel is vizsgálták. *Edmunds* 37 fiatalalt 2 csoportba osztott az ADA által javasolt napi legalább 60 perces mozgás alapján. A vizs-

gálat azonban glykaemiás kontroll tekintetében nem talált szignifikáns különbséget a két csoport között.^{3,34} Egy olasz tanulmány 129 fő, egy német tanulmány 296 fő fiatal fizikai aktivitását vizsgálta kérdőív segítségével, azonban nem volt kimutatható kapcsolat a glykaemiás kontrollal.^{26,35} A már korábban idézett *Cuenca-García* testvérekkel végzett tanulmányában is hasonló eredményre jutottak.³³ Ezzel szemben *Mohammed* 66 serdülő fiúval és lánnyal és *Schweiger* 203 serdülőkorú lánnyal végzett tanulmányai azt mutatták, hogy a nagyobb fizikai aktivitás alacsonyabb HbA_{1c}-értéket eredményez.^{32,36} Egy másik amerikai tanulmány kisebb mintán mérte lépésszámlálóval a fizikai aktivitás szintjét, és kedvezőbb glykaemiás kontrollt talált a nagyobb fizikai aktivitás hatására.³⁷ A SWEDIABKIDS elnevezésű felmérés 4655 gyermek és serdülő esetében szintén összefüggést talált a fizikai aktivitás és a glykaemiás kontroll között, amely a nemekre és különböző korosztályokra történő bontás esetén is kimutatható volt.³⁸

Fizikai fitness

Majdnem minden tanulmányban a rendszeres testmozgás hatására kialakult fitnesset a maximális oxigénfogyasztással (VO_{2max}) vagy a csúcs oxigénfogyasztással (VO_{2peak}) jellemezték, amelyek az aerob állóképesség mutatószámai. A tanulmányok egy része arra a megállapításra jutott, hogy az 1-es típusú diabeteses fiatalok kardiorespiratorikus (aerob) fitnessé csökkent egészséges kortársaikhoz képest.^{27,29,30,39,40,41} *Nguyen* úgy találta, hogy csak a rosszabb glykaemiás kontrollal (HbA_{1c} ≥ 9,0% 9 hónapon keresztül) rendelkező fiatalok kardiorespiratorikus fitnessé volt kedvezőtlenebb a kontrollcsoportéhoz képest, a jó glykaemiás kontrollal rendelkező csoport (HbA_{1c} ≤ 7,5% 9 hónapon keresztül) hasonló szintet mutatott.²⁸ *Cuenca-García* vizsgálati eredményei alapján a diabeteses és nem diabeteses testvérek hasonló fitnessszinttel rendelkeztek.³³ Egy olasz, valamint egy svéd tanulmány laboratóriumi körülmények között hasonlította össze a diabeteses fiatalok és egészséges kortársaik fizikai fitnessét, és egyik sem talált köztük eltérést.^{32,42} Két tanulmány a diabeteses fiatalok egyéb motoros képességeit vizsgálta az EUROWIT standardizált teszt felhasználásával. A lengyel tanulmányban nem volt kontrollcsoport, de a lengyel

1. táblázat. Az áttekintett tanulmányok jellemzői és legfőbb eredményei

Tanulmány	Mintaszám (fő)	Típus	Vizsgálat	Legfőbb eredmények
Edmunds és mtsai, 2010 (35), brit	T1D=37 (20/17) gyermekek és serdülők	KM	Fizikai aktivitás vizsgálata pulzusmérő órával, fizikai fittség (VO_{2peak}) vizsgálata progresszív futópáddal	A napi 60 perces közepes-erős intenzitású testmozgást végzők (41%) és nem végzők között nincs különbség a metabolikus kontrollban a napi inzulin dózisban, a bőrredő vastagságban, BMI-ben, valamint a VO_{2peak} értékében.
Faulkner, 2010 (45), USA-beli	T1D=109 (T2D=42) serdülők	KM	Az elmúlt 7 nap fizikai aktivitás és az életminőség vizsgálata kérdőívvel, fizikai fittség (VO_{2peak}) vizsgálata progresszív kerékpár-ergométerrel	Az T1D serdülőknél a jobb fizikai fittség alacsonyabb összkoleszterin-, LDL-, trigliceridszintet, valamint legutolsó és átlagos HbA_{1c} -értéket mutatott. Nincs összefüggés a fizikai aktivitás és a HbA_{1c} -érték között.
Lobelo és mtsai, 2010 (25), USA-beli	T1D=384 (T2D=90) K=173 serdülők	KM	Az elmúlt 3 nap fizikai aktivitásának és az elektronikus média használatának vizsgálata kérdőívvel	Az 1-es típusú diabeteses és kontrollserdülők fizikai aktivitása között nem volt különbség.
Nadeau és mtsai, 2010 (40), USA-beli	T1D=12 K=12 serdülők	KM	Fizikai fittség (VO_{2peak}) és az inzulinérzékenység összehasonlítása	A diabeteses serdülőknél alacsonyabb fizikai fittség, inzulinérzékenység, diasztolés diszfunkció és balkamra-hypertrophia volt kimutatható a kontrollcsoporthoz képest.
Maggio és mtsai, 2010 (31), svájci	T1D=27 K=85 serdülők	KM	7 napos fizikai aktivitás mérése lépés-számlálóval, fizikai fittség (VO_{2peak}) mérése futópádon	A fizikai aktivitás csökkent volt a kontrollcsoporthoz képest, de a fizikai fittségben nem volt eltérés.
Michaliszyn és mtsai, 2010 (38), USA-beli	T1D=16 serdülők	HM	7 napos fizikai aktivitás mérése lépés-számlálóval és MET kiszámolása, fizikai fittség (VO_{2peak}) mérése kerékpár-ergométerrel. 16 hetes személyre szabott edzésprogram végzése	Az alacsonyabb fizikai aktivitás rosszabb fizikai fittséget, megnövekedett összkoleszterin-, LDL-, és trigliceridszintet eredményezett, valamint kedvezőtlenebb HbA_{1c} -értéket.
Salem és mtsai, 2010 (46), egyiptomi	T1D=196 serdülők	RTC	6 hónapos mix aerob és anaerob edzésprogram 75 fő: heti 1x; 73 fő: heti 3x; 48 fő: nem vett részt a programban	Az edzésprogram hatására csökkent a HbA_{1c} -érték. A hypoglykaemiás epizódok számában nem volt különbség a csoportok között. A rosszabb HbA_{1c} -érték magasabb koleszterin-, LDL- és triglycerid szinttel mutatott kapcsolatot. A heti 3 alkalommal végzett mozgás pozitív hatással volt a lipidprofilra és csökkentette az inzulinszükségletet, ezenkívül kedvezőbb BMI-t és hastérfogatot eredményezett.
Schweiger és mtsai, 2010 (37), USA-beli	T1D=203 serdülő lányok	KM	7 napos fizikai aktivitás mérése kérdőívvel	A 11-17 éves lányok fizikai aktivitása nem éri el az ajánlott napi 60 perc közepes-erős mozgásmennyiséget a hét minden napján. Több mozgás alacsonyabb HbA_{1c} -értéket eredményezett.
Trigona és mtsai, 2010 (30), svájci	T1D=32 K=42 gyermekek és serdülők	KM	Fizikai aktivitás mérése lépés-számlálóval, fizikai fittség (VO_{2max}), artériás áramlás indukálta dilatáció és intima-média vastagságmérés ultrahangvizsgálattal	A diabeteses betegeknek rosszabb volt a fizikai aktivitása és fittsége, nagyobb volt az intima-média vastagság, csökkent az artériás áramlás indukálta dilatáció. Az atherosclerosis korai jelei kimutathatóak voltak.
Wiśniewski és mtsai, 2010 (44), lengyel	T1D=40 gyermekek és serdülők	KM	Motoros képességek vizsgálata az Eurofit 8 tesztjével és összehasonlítás a lengyel normatív adatokkal	A lányok gyengébb eredményeket mutattak a fiúknál, és mind a 2 csoport 2-3 tesztben volt gyengébb, mint a normál nemzeti populáció.
Aouadi és mtsai, 2011 (50), tunéziai	T1D=33 fiú gyermekek	HM	6 hónapos folyamatosan erősödő aerob edzésprogram 11 fő: heti 2x; 11 fő: heti 4x; 11 fő: nem edzett	A trigliceridszint az edzést végző csoportoknál csökkent 3 hónap után. A heti 4 edzést végző csoportnál 6 hónap után javult a lipidprofil és a HbA_{1c} -érték szignifikánsan alacsonyabb volt a kiindulási értéknél.

RCT: randomizált, kontrollos vizsgálat, KM: keresztmetszeti vizsgálat, HM: hosszsmetszeti vizsgálat, T1D: 1-es típusú diabeteses, T2D: 2-es típusú diabeteses,

K: kontroll, GK: glykaemiás kontroll

(A 2-es típusú diabeteses fiatalokkal végzett vizsgálat eredményeit nem tüntettük fel, csak a mintaszámot.)

1. táblázat. Az áttekintett tanulmányok jellemzői és legfőbb eredményei (folytatás)

Tanulmány	Mintaszám (fő)	Típus	Vizsgálat	Legfőbb eredmények
D'Hooge és mtsai, 2011 (51), belga	T1D=16 gyermek és serdülők	RTC	Fizikai fitness (VO_{2peak}) mérése kerékpár-ergométerrel. 20 héten keresztül heti 2× végzett aerob és rezisztencia edzésprogram 8 fő: edzett; 8 fő: nem edzett	Az inzulin dózis csökkent, a fizikai fitness javult az edzést végző csoportban. Az életminőségben és a testösszetételben nem mutatkozott különbség.
Fainardi és mtsai, 2011 (26), olasz	T1D=129 K=214 gyermek	KM	7 napos fizikai aktivitás és mozgásszegény életmód mérése kérdőívvel	A diabeteses gyermekek és kortársaik fizikai aktivitása között nincs különbség. A HbA_{1c} -érték nem mutatott kapcsolatot sem a fizikai aktivitással, sem a TV-nézéssel és a vidojátékokkal eltöltött idővel.
Galler és mtsai, 2011 (36), német	T1D=296 gyermek, serdülő és fiatal felnőttek	KM	Kérdőívvel végzett felmérés a fizikai aktivitásról, a médiahasználatról és a társadalmi-gazdasági helyzetről	A glykaemiás kontrollra a betegség időtartama, a társadalmi-gazdasági helyzet és médiával töltött idő volt hatással, a fizikai aktivitás nem.
Williams, 2011 (41), ausztrál	T1D=62 gyermek	KM	Fizikai fitness mérése szubmaximális lépésszámmal	A mozgásra adott szívfrekvencia-válasz magasabb volt a diabeteses gyermekeknél, ami a csökkent fitnesset jelzi. A jobb fitness kedvezőbb HbA_{1c} -értéket eredményezett.
Wong és mtsai, 2011 (48), taiwani	T1D=28 gyermek és serdülők	HM	Fizikai fitness (VO_{2peak}) mérése Bruce-féle futópados teszttel. 12 héten keresztül heti 3 alkalommal aerob edzés 12 fő: otthon videóra végezte az edzést; 5 fő: maga irányította az edzést; 11 fő: nem edzett	A 3 hónapos aerob program nem mutatott javulást sem a HbA_{1c} -értékben, sem a VO_{2peak} értékében.
Adolfsson és mtsai, (2012) (43), svéd	T1D=12 K=12 serdülő	KM	3 egymás utáni napon különböző intenzitású mozgás vizsgálata kerékpár-ergométeren	A fizikai kapacitás és a vércukorszint hormonális szabályozása különböző intenzitású fizikai mozgás közben nem különbözött a két csoport között.
Cuenca-García és mtsai, 2012 (34), spanyol	T1D=60 K=37 gyermek és serdülő testvérek	KM	Fizikai aktivitás mérése lépésszámlálóval, fizikai fitness mérése szubmaximális kerékpár-ergométer teszttel	A fizikai aktivitásban és fitnessben nem volt különbség a diabeteses és nem diabeteses testvérek között. A glykaemiás kontroll kapcsolatot mutatott a közepes-erős fizikai aktivitással, de a fizikai fitnesssel nem.
Fintini és mtsai, 2012 (32), olasz	T1D=35 K=31 gyermek	km	Fizikai aktivitás mérése energiafelhasználást figyelő készülékkel (SenseWear Armbad) és kérdőívvel (PAQ). Fitness mérése (VO_{2max}) futópádon	Az energiafelhasználás és a fizikai aktivitás rosszabb volt a diabeteses gyermekeknél. A fizikai fitnessben nem volt különbség a két csoport között, de a diabeteses gyermekeknél magasabb volt a szisztolés vérnyomás. A HbA_{1c} kapcsolatot mutatott a VO_{2max} -értékkel.
Lukács és mtsai, 2012 (28), magyar	T1D=106 K=130 gyermek és serdülő	km	Fizikai aktivitás mérése kérdőívvel (PAQ), motoros képességek és a kardiorespiratorikus állóképesség mérése EUROFIT teszttel.	A fizikai aktivitás hasonló volt a 2 csoportnál, 4-5 motoros tesztben rosszabb volt a diabeteses fiatalok teljesítménye. A HbA_{1c} egyedüli szignifikáns magyarázó tényezője a VO_{2max} volt.
Tuna és mtsai, 2012 (49), török	T1D=31 fizikailag inaktív serdülők	RTC	12 hetes Pilates (alacsony intenzitású aerob mozgás) program. 17 fő: végezte a programot; 14 fő: kontroll	A program hatására javultak a motoros képességek. A HbA_{1c} -érték, az inzulin dózis, az összkoleszterin-, triglicerid- és LDL-szint nem változott a program végére, míg a HDL-szint szignifikánsan javult.
Lukács és mtsai, 2013a (47), magyar	T1D=106 gyermek és serdülő	km	Fizikai aktivitás és életminőség mérése kérdőívvel, fizikai fitness vizsgálata 20 m-es ingafutásból számított VO_{2max} -értékkel	A kedvezőbb HbA_{1c} -érték kapcsolatot mutatott a magasabb VO_{2max} -értékkel, de a fizikai aktivitással és az életminőséggel nem. A VO_{2max} kapcsolatot mutatott az életminőséggel.

RCT: randomizált, kontroll vizsgálat, KM: keresztmetszeti vizsgálat, HM: hosszmetzeti vizsgálat, T1D: 1-es típusú diabeteses, T2D: 2-es típusú diabeteses,

K: kontroll, GK: glykaemiás kontroll

(A 2-es típusú diabeteses fiatalokkal végzett vizsgálat eredményeit nem tüntettük fel, csak a mintaszámot.)

1. táblázat. Az áttekintett tanulmányok jellemzői és legfőbb eredményei (folytatás)

Tanulmány	Mintaszám (fő)	Típus	Vizsgálat	Legfőbb eredmények
Lukács és mtsai 2013b (53), magyar	T1D=239 gyermekek és serdülők	km	Inzulinpumpát használó fiatalok (104 fő) fizikai fittségének (VO_{2max}), életminőségének és antropometriai adatainak összehasonlítása	Az inzulinpumpát használó fiatalok életminősége kedvezőbb volt, mint a penes társaiké, egyéb tényezőkben nem volt eltérés a két csoport között.
Beraki és mtsai, 2014 (39), svéd	T1D=4655 gyermekek és serdülők	km	Kérdőívvel vizsgált fizikai aktivitás alapján 5 csoport került kialakításra	A kevésbé aktív csoport glykaemiás kontrollja rosszabb volt, mint a legaktívabbaké. Ez megfigyelhető volt nemekre és életkorra lebontva is.
Mohammed és mtsai, 2014 (33), kanadai	T1D=66 K=54 serdülők	km	Fizikai aktivitás szintjeinek vizsgálata kérdőívvel (Habitual Activity Estimation Scale)	A 2 csoport hasonló időt töltött el fizikailag nagyon aktívan, de a diabeteses serdülők több időt töltöttek el inaktívan. A nagyobb fizikai aktivitás kapcsolatot mutatott az alacsonyabb szisztolés vérnyomással, az alacsonyabb szérum triglicerid-, összkoleszterin-, valamint a HDL-szinttel. Az alacsony fizikai aktivitás a magasabb HDL szinttel mutatott kapcsolatot. A fizikai aktivitás csökkenése a HbA_{1c} -érték növekedését vonta maga után.
Bjornstad és mtsai, 2015 (42), USA-beli	T1D=69 K=13 sovány serdülők	km	Inzulinérzékenység, zsírmassza, vesefunkció (eGFR, ACR) és fizikai fittség (VO_{2peak}) kerékpár-ergométeres mérése	A VO_{2peak} csökkent értéket mutatott a kontrollcsoporthoz képest. A eGFR fordított kapcsolatot mutatott a VO_{2peak} értékével, függetlenül az inzulinérzékenységtől és a HbA_{1c} -értéktől.
Nguyen és mtsai, 2015 (29), kanadai	T1D=16 K=8 gyermekek	km	7 napos fizikai aktivitás vizsgálata lépés-számlálóval, fizikai fittség (VO_{2peak}) mérése kerékpár-ergométeren. 8 fő: jó GK; 8 fő: rossz GK; 8 fő: kontroll	A rossz metabolikus kontrollal rendelkező gyermekek VO_{2peak} értéke rosszabb volt, mint a jó metabolikus kontrollal rendelkezőké és az egészséges kontrolloké. A VO_{2peak} kapcsolatot mutatott a HbA_{1c} -értékkel. A fizikai aktivitásban és az izomerőben nem volt különbség a 3 csoport között.
Ryninks és mtsai, 2015 (54) brit	T1D=20 gyermekek és serdülők	km	A testmozgáshoz való viszonyulás vizsgálata 4 fókusz csoportos interjúval	A serdülők tisztában voltak a testmozgás fizikai és pszichológiai előnyeivel és fontosságával a diabetes kezelésben. A legnagyobb nehézséget számukra az jelentette, hogy a tanárok (közte a testnevelő tanár) nem voltak kellően tájékozottak a betegségről, és az egészségügyi szakemberek nem adtak kellő információt a testmozgással kapcsolatban.
Jabbour és mtsai, 2016 (55), kanadai	T1D=201 gyermekek és serdülők	km	A fizikai aktivitás és akadályának vizsgálata kérdőívvel (BAPAD1)	A gyermekek elsődlegesen attól tartottak, hogy a mozgás miatt nem tudják megfelelően kontrollálni a betegségüket, és félték a hypoglykaemiától is. A napirendjük és a külső hőmérséklet is befolyásoló tényező volt. A serdülők elsődlegesen a hypoglykaemiától félték, fizikai aktivitásukat befolyásolta a külső hőmérséklet, a betegség feletti uralom elvesztése és fitességi szintjük. A fiataloknál a pozitív szülői támogatás csökkentette a gátló tényezők hatását.
Michaud és mtsai, 2017 (52), kanadai	T1D=188 gyermekek és serdülők	km	Fizikai aktivitás és akadályának vizsgálata kérdőívvel (BAPAD1), energiafelhasználás kalkulálása MET-ben. 60% használt inzulinpumpát. 40% intenzív kezelésben részesült	Mind a két csoport a hypoglykaemiától félt a legjobban. A két csoport fizikai aktivitásában és energiafelhasználásában nem volt eltérés. Minél aktívabb volt a szülő, annál nagyobb volt a gyermek fizikai aktivitása és kevesebb a képernyő előtt eltöltött idő.

RCT: randomizált, kontrollált vizsgálat, KM: keresztmetszeti vizsgálat, HM: hosszsmetszeti vizsgálat, T1D: 1-es típusú diabeteses, T2D: 2-es típusú diabeteses,

K: kontroll, GK: glykaemiás kontroll

(A 2-es típusú diabeteses fiatalokkal végzett vizsgálat eredményeit nem tüntettük fel, csak a mintaszámot.)

referenciaértékekhez viszonyítva 2-3 tesztben is rosszabb eredményt értek el a diabeteses serdülők. Ez a vizsgálat az aerob állóképesség felmérésére szolgáló tesztet nem használta.⁴³ A magyar tanulmány mind a 9 EUROFIT tesztet elvégezte a diabeteses és a kontrollcsoporttal is, és 4-5 tesztben is rosszabbnak találta a diabeteses betegek motoros képességeit egészséges társaikhoz képest. Az állóképességi tesztben is – a fiatalabb korú fiúkat leszámítva – a diabetesesek gyengébben teljesítettek. A glykaemiás kontrollra csak a kardiorespiratorikus fittség volt szignifikáns befolyásoló hatással.²⁷

A jobb fizikai fittség és a kedvezőbb glykaemiás kontroll között a tanulmányok jelentős száma szoros kapcsolatot mutatott,^{27,28,31,40,44,45,46} de találtunk néhány közlést, amelyben szignifikáns kapcsolat nem volt kimutatható.^{41,47,48} Kiemelt figyelmet érdemel *Aouadi* vizsgálata, aki 33 diabeteses gyermeket 3 csoportba osztott. Egyik csoport nem végzett fizikai testmozgást, a másik heti 2 alkalommal, míg a 3. csoport heti 4 alkalommal 6 hónapon keresztül végezte az edzéseket szakember irányításával. A glykaemiás kontroll kedvezőbb változását a kiinduló értékhez képest csak a heti 4 edzést végzőknél tapasztalt 6 hónap elteltével (a 3. hónap után nem volt kimutatható a pozitív változás).⁴⁹ Meglepő *Cuenca-García* testvérvizsgálatának az eredménye, mivel a fizikai aktivitás és a glykaemiás kontroll között kapcsolatot talált, viszont a szubmaximális kerékpár-ergométerrel vizsgált kardiorespiratorikus fittség és a glykaemiás kontroll között nem.³³

Aerob vs. anaerob testmozgás

Összesen 4 tanulmányt találtunk, de egyik sem vizsgálta külön az anaerob testmozgást. *Wong* 12 héten keresztül kizárólag aerob testmozgást végeztetett 28 gyermekkel és serdülővel, és nem talált javulást a glykaemiás kontrollban.⁴⁷ *Tunar* 12 héten keresztül a Pilates (alacsony intenzitású aerob mozgás) hatását figyelte a glykaemiás kontrollra 31 korábban fizikailag inaktív serdülőnél, és ő sem tapasztalt változást a glykaemiás kontrollban.⁴⁸ *D'Hooge* 16 mintaszámú randomizált kontroll vizsgálatában a kombinált aerob és anaerob (rezisztencia) edzés 20 hét alatt nem hozott változást a glykaemiás kontrollban. A vércukorszint

minden vizsgált személynél csökkent az edzés hatására. A medián csökkenés 4,7 mmol/l volt (min. 1,1 és max. 7,2 mmol/l).⁵⁰ *Aouadi* intervenció vizsgálatában a glykaemiás kontrollra csak a 6 hónapon át tartó heti 4 alkalommal végzett aerob edzés hozott pozitív eredményt. A mozgás által kiváltott vércukorszint-csökkenés közepes erősségű volt, soha nem okozott eszméletvesztést. A vizsgáltak közül azok, akiknél az edzés előtt 14 mmol/l felett volt a vércukor-koncentrációja, nem vettek részt az adott napon az edzésen. Mindenki 8–10 gramm szénhidrátot vett magához 2 órával az edzés megkezdése előtt.⁴⁹

A kezelési mód hatása a testmozgásra

Az inzulinterápia módját (inzulinpumpa vs. penel történő adagolás) két tanulmány vizsgálta. Egy kanadai tanulmány 188 beteget elemzett a PA és a mozgásszegény viselkedés alapján, és nem talált különbséget egyetlen paraméterben sem az inzulinpumpát használók és a penes betegek között.⁵¹ Saját vizsgálatunkban 239 diabeteses fiatal (104 pumpával kezelt és 135 pen használó beteg) esetében mértük a kardiorespiratorikus fittséget, és nem találtunk szignifikáns különbséget a két kezelési csoport között a vizsgált paraméter vonatkozásában.⁵²

A rendszeres testmozgást akadályozó tényezők

Michaud az inzulinterápiát vizsgáló tanulmányában megállapította, hogy függetlenül a terápiától, mind a két csoportnál a hypoglykaemiától való félelem a legjelentősebb visszatartó erő. A gyermekek PA-t jelentős mértékben befolyásolta a szülei fizikai aktivitásának mértéke és minősége. A szülő minél többféle tevékenységet végzett, annál könnyebben találta meg a gyerek a saját maga számára legalkalmasabb mozgásformát.⁵¹ *Ryninks* 4 betegcsoport interjúja alapján arra a következtetésre jutott, hogy a serdülők a testmozgást a kezelés részének tartják. A legtöbb tanulmánnyal ellentétben a megkérdezettek nem a hypoglykaemiától való félelmet tartották elsődleges akadálynak, hanem a kortársaik és tanáraik (beleértve a testnevelő tanárt is) ismereteinek hiányát a betegségről, valamint az egészségügyi szakemberek nem kielégítő tájékoztatását a mozgással kapcsolo-

latban.⁵³ *Jabbour* 201 fiatalot kérdezett meg kérdőív felhasználásával. A kapott eredmények alapján a fiatalok attól féltek, hogy nem tudják ellenőrizni a betegségüket a fizikai mozgás hatása miatt, tartottak a hypoglykaemiától, gátló tényezőként jelentkezett a napirend, valamint a külső hőmérséklet is. A serdülőket az alacsony fitességi szint is visszatartotta a testmozgástól. A szerző megállapította, hogy kulcsszerepe van a szülői támogatásnak abban, hogy a gyermekeik fizikailag aktív életformát folytassanak.⁵⁴

Megbeszélés

Tanulmányunkban az 1-es típusú diabeteses gyermekek és serdülők fizikai testmozgását vizsgáló legújabb szakirodalmat tekintettük át. Kerestük a választ arra, hogy mennyiben térnek el a diabeteses fiatalok szokásai egészséges kortársaiktól, milyen hatással van a mozgás a glykaemiás kontrollra, mennyiben befolyásolja az inzulinterápia módja a fizikai aktivitást, fitességet, illetve kerestük azokat a tényezőket, amelyek hátráltatják a diabeteses fiatalokat a rendszeres testmozgás végzésében.

A diabeteskezelés és -gondozás elsődlegesen az optimális metabolikus kontroll elérését célozza meg a hosszú távú szövődmények elkerülése, vagy késleltetése érdekében. Ezért sok tanulmány vizsgálta a fizikai aktivitásnak a glykaemiás kontrollra gyakorolt hatását. Áttekintésünkben a fizikai aktivitást vizsgáló tanulmányok változatos képet mutattak, mind a módszer, mintaszám, nemek és az eredmények alapján. A normál populációra is jellemző, hogy nem kielégítő a fizikai aktivitásuk, ami a serdülő lányokra különösen érvényes, így az alacsony mintaszámú összehasonlító vizsgálatok magukban hordozzák a hibalehetőséget. A fizikai aktivitás életmódot jelent, a fizikai fittség pedig állapotot. A PA és a fizikai fittség között gyenge vagy közepes kapcsolat van.⁵⁵ A PA akkor segíti a kedvezőbb kardiorespiratorikus fitness elérését – függetlenül az egyén adipositasától –, ha eléri vagy meghaladja a napi 60 perces közepes-erős intenzitású rendszeres testmozgást.⁵⁶ Úgy gondoljuk, hogy a fizikai aktivitás és glykaemiás kontroll közötti kapcsolat vizsgálatának kevés a gyakorlati jelentősége, eredményesebb a fizikai és a klinikai állapot közötti összefüggések mérése. *McMil-*

len (az 1980–2012 közötti évekből 11 tanulmány alapján) és *Quirk* (az 1962–2012 közötti évekből 23 tanulmány alapján) kedvező szignifikáns kapcsolatot mutatott ki a fizikai fittség és a glykaemiás kontroll között. A tanulmányok elnevezésében mindkét szerző a PA kifejezést használta, de gyakorlatilag valamilyen hosszabb ideig tartó edzésprogram hatását vizsgálta.^{57,58} Amikor a mozgás fajtáját az energianyerés szempontjából akartuk elemezni, akkor vagy aerob, vagy kombinált mozgást vizsgáló tanulmánnyal találkoztunk kevés pozitív hatással a glykaemiás kontrollra. *Aouadi* vizsgálata felhívja a figyelmet arra, hogy valószínűleg 3 hónapnál hosszabb rendszeres testmozgásra van szükség ahhoz, hogy a glykaemiás kontrollban is érezhető legyen a változás.⁴⁹ *Tonoli és munkatársai* végeztek metaanalízist minden korosztályban, de ebben kevés volt a gyermekekkel és serdülőkkel végzett vizsgálat. Az aerob mozgást feltáró tanulmányok önmagukban nem mutattak szignifikáns javulást a glykaemiás kontrollban, de összességében a metaanalízis statisztikai elemzése során bizonyosságot nyert az összefüggés. A szerzők felhívják a figyelmet arra, hogy a kevés bevonható tanulmány miatt gyermek-serdülőkorban fenntartásokkal célszerű kezelni az eredményeket. Felnőtteknél a glykaemiás kontroll javulását tapasztalták, amennyiben izomerősítő gyakorlatokat iktattak be az aerob edzés során, de ezt a metaanalízisben nem lehetett statisztikailag bizonyítani. A vércukorszint folyamatosan csökkent a mozgás megkezdésétől. A közepes intenzitású aerob mozgás a felnőtteknél nagyobb vércukorcsökkenést eredményezett, mint a nagy intenzitású anaerob mozgás, és tovább is tartott, órákkal a mozgás befejezését követően.⁵⁹

Gyermekeknél és serdülőknél végzett tanulmányok nem mutattak különbséget az inzulinpumpa-terápiában és a pennel végzett napi többszöri inzulinadagolásban (MDI) részesülő fiatalok PA és fitssége között. *Yardley* felnőtteknél azt tapasztalta, hogy bár a glukózsint az edzés alatt hasonló mértékben csökkent, de a mozgás befejezését követően az MDI betegeknel gyakrabban jelentkezett hyperglykaemia, ami hosszabb távon mérsévelheti az aerob testmozgás jótékony hatását a glykaemiás kontrollra.⁶⁰ A hypoglykaemiától való félelem felnőtteknél és gyermekeknél is gyakori,⁶¹ és a mozgás hatására gyakrabban előfordulhat hy-

poglykaemia.⁶² Minél fiatalabb a gyermek, annál nagyobb hatást gyakorol rá a szülői viselkedésmintha. Feltételezhető, hogy a szülő félti a gyermekét a hypoglykaemiától, és nem ösztönzi kellően a mozgásra. Ez maga után vonja a gyermek csökkent fizikai fittségét, ami serdülőkorában eredményezheti a rendszeres és élvezetes sportolás hiányát.

Az 1-es típusú diabetes kezelése és gondozása kihívást jelent a szakembereknek, és szükség van újabb, előzetesen megtervezett klinikai vizsgálatokra, hogy bizonyítékon alapuló ismereteink legyenek a rendszeres testmozgás hatásairól főleg gyermek- és serdülőkorban. A vizsgálatoknál nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a mozgás fajtája, intenzitása, időtartama mind meghatározó tényezője a vércukorszint-változásnak, amelyet a fentiekén kívül számos egyéb tényező is befolyásol, mint pl. a vércukor koncentrációja a mozgás megkezdésekor, az utolsó étkezés összetétele, a keringési rendszerben megtalálható inzulin mennyisége vagy a napszak.⁶³ Figyelembe kell venni, hogy ugyanarra a minőségű és mennyiségű edzésre eltérően reagálnak a betegek, illetve ugyanaz a beteg az egyéb befolyásoló hatások miatt másképp reagálhat egyik, illetve másik alkalommal. Számos útmutató áll rendelkezésre, amely alapul szolgálhat a sportoló diabeteses fiatalok kezelésére és gondozására, de a feladat elsődlegesen a kezelő team és a beteg együttműködésére épül a rendszeres testmozgást, edzést irányító sportszakember bevonásával.^{20,63,64,65,66,67,68}

Végezetül megállapítható, hogy a tanulmányok kivétel nélkül pozitív üzenetet tartalmaznak. A jelen tanulmány szerzői is úgy gondolják, hogy a nehézségek, és a néhány esetben kudarcot valló kezelés ellenére is, a rendszeres testmozgás az 1-es típusú diabeteses fiatalok életében számos pszichés és klinikai előnyt nyújt, hosszabb távon fontos szerepet játszik a cardiovascularis rizikótényezők kiküszöbölésében. A kezelést végző szakembereknek célszerű meggyőzni a szülőket, hogy a rendszeres testmozgás a kezelés részét képezi, és hosszabb távon a gyermek pszichés és klinikai javulása várható tőle.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetet mondunk Szabóné Kovács Beátának, a Miskolci Egyetem főkönyvtárosának a keresőprogramok használatában és a tanulmányok összegyűjtésében nyújtott segítségéért.

A cikkben/előadásban/tanulmányban ismertett kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

A levelezésért felelős szerző:

Dr. Barkai László

Velkey László Gyermekegészségügyi Központ
3526 Miskolc, Szentpéteri kapu 76.

E-mail: Barkai.L@t-online.hu

Irodalom

1. Gopenath B, Hardy LL, Baur LA, Burlutsky G, Michell P: Physical activity and sedentary behaviors and healthrelated quality of life in adolescents. *Pediatrics* 2012; 130: 167-174. doi:10.1542/peds.2011-3637
2. Mikulán R, Keresztes N, Pikó B: A sport mint védőfaktor: Fizikai aktivitás, egészség, káros szenvedélyek. In: Pikó Bettina (ed) Védőfaktorok nyomában. A káros szenvedélyek megelőzése és egészségfejlesztés serdülőkorban. Budapest, L'Harmattan – Nemzeti Drogmegelőzési Intézet. 115-130.
3. American Diabetes Association. Standards of medical care in diabetes – 2016. *Diabetes Care* 2016; 39(suppl 1): S1-S106.
4. Yardly JE, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC, Malcolm J, Boulay P, et al.: Effects of performing resistance exercise before vs. after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2012; 35: 669-675. doi:10.2337/dc11-1844
5. Yardley JE, Hay J, Abou-Setta AM, Marks SD, McGavock J: A systematic review and meta-analysis of exercise interventions in adults with type 1 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract* 2014; 106: 393-400. doi:10.1016/j.diabres.2014.09.038
6. Kavookjian J, Elswick BM, Whetsel T: Interventions for being active among individuals with diabetes: a systematic review of the literature. *Diabetes Educ* 2007; 33: 962-988. doi:10.1177/0145721707308411
7. Kennedy A, Nirantharakumar K, Chimen M, Pang TT, Hemming K, Andrews RC, et al.: Does exercise improve glycaemic control in type 1 diabetes? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2013; 8: e58861. doi:10.1371/journal.pone.0058861
8. Lukács A, Barkai L: Effect of aerobic and anaerobic exercises on glycemic control in type 1 diabetic youths. *World J Diabetes* 2015; 6: 534-542. doi:10.4239/wjcd.v6.i3.534
9. Quirk H, Blake H, Tennyson R, Randell TL, Glazebrook C: Physical activity interventions in children and young people with type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabet Med J Br Diabet Assoc* 2014; 31: 1163-1173. doi:10.1111/dme.12531
10. Chimen M, Kennedy A, Nirantharakumar K, Pang TT, Andrews R, Narendran P: What are the health benefits of physical activity in type 1 diabetes mellitus? A literature review. *Diabetologia* 2012; 55: 542-551. doi:10.1007/s00125-011-2403-2
11. Fuchsjäger-Mayrl G, Pleiner J, Wiesinger GF, Sieder AE, Quittan M, Nahr MJ, et al.: Exercise training improves vascular endothelial function in patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2002; 25: 1795-1801. doi:10.2337/diacare.25.10.1795
12. Balducci S, Iacobellis G, Parisi L: Exercise training can modify the natural history of diabetic peripheral neuropathy. *J Diabetes Complications* 2006; 20: 216-223. doi:10.1016/j.jdiacomp.2005.07.005
13. Fereday J, MacDougall C, Spizzo M, Darbyshire P, Schiller W. "There's nothing I can't do – I just put my mind to anything and I can do it": A qualitative analysis of how children with chronic disease and their parents account for and manage physical activity. *BMC Pediatr* 2009; 9: 1. doi:10.1186/1471-2431-9-1
14. Brazeau AS, Rabasa-Lhoret R, Strychar I, Mircescu H: Barriers to physical activity among patients with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2008; 31: 2108-2109. doi:10.2337/dc08-0720
15. Lehmann R, Kaplan V, Bingisser R, Bloch KE, Spinas GA: 1997. Impact of physical activity on cardiovascular risk factors in IDDM. *Diabetes Care* 1997; 20: 1603-1611. doi:10.2337/diacare.20.10.1603
16. Herbst A, Bachran R, Kapellen T, Holl RW: Effects of regular physical activity on control of glycemia in pediatric patients with type 1 diabetes mellitus. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2006; 160: 573-577. doi:10.1001/archpedi.160.6.573
17. Edmunds S, Roche D, Stratton G, Wallymahmed K, Glenn SM: Physical activity and psychological well-being in children with type 1 diabetes. *Psychol Health Med* 2007; 12: 353-363. doi:10.1080/13548500600975446
18. Hagan JF, Shaw JS, Duncan PM: Bright futures: guidelines for health supervision of infants, children, and adolescents. 3rd ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics, 2008.
19. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva, World Health Organization, 2010.
20. Robertson K, Riddell MC, Guinhouya BC, Adolfsson P, Hanas R: Exercise in children and adolescents with diabetes. *Pediatr Diabetes* 2014; 15(suppl 20): 203-223. doi:10.1111/pedi.12176
21. Apor P: Fizikai edzés a cukorbetegség megelőzésében és kezelésében. *Orv Hetil* 2009; 150: 579-587. doi:10.1556/OH.2009.28550
22. Fahey PJ, Stallkamp ET, Kwatra S: The athlete with type 1 diabetes: managing insulin, diet and exercise. *Am Fam Physician* 1996; 53: 1611-1624.
23. Yardley J, Mollard R, MacIntosh A, MacMillan F, Wicklow B, Berard L, et al.: Vigorous Intensity Exercise for Glycemic Control in Patients with Type 1 Diabetes. *Can J Diabetes* 2013; 37: 427-432. doi:10.1016/j.jcjd.2013.08.269
24. Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group: Prevention of Hypoglycemia During Exercise in Children With Type 1 Diabetes by Suspending Basal Insulin. *Diabetes Care* 2006; 29: 2200-2204. doi:10.2337/dc06-0495
25. Lobelo F, Liese AD, Liu J, Mayer-Davis EJ, D'Agostino RB Jr, Pate RR, et al.: Physical activity and electronic media use in the SEARCH for diabetes in youth case-control study. *Pediatrics* 2010; 125: e1364-1371. doi:10.1542/peds.2009-1598
26. Fainardi V, Scarabello C, Cangelosi A, Fanciullo L, Mastroianni C, Giannini C, et al. Physical activity and sedentary lifestyle in children with type 1 diabetes: a multicentre Italian study. *Acta Biomed* 2011; 82: 124-131.
27. Lukács A, Mayer K, Juhász E, Varga B, Fodor B, Barkai L: Reduced physical fitness in children and adolescents with type 1 diabetes. *Pediatr Diabetes* 2012; 13: 432-437. doi:10.1111/j.1399-5448.2012.00848.x
28. Nguyen T, Obeid J, Walker RG, Krause MP, Hawke TJ, McAssey K, et al.: Fitness and physical activity in youth with type 1 diabetes mellitus in good or poor glycemic control. *Pediatr Diabetes* 2015; 16: 48-57. doi:10.1111/pedi.12117
29. Trigona B, Aggoun Y, Maggio A, Martin XE, Marchand LM, Beghetti M, et al.: Preclinical noninvasive markers of atherosclerosis in children and adolescents with type 1 diabetes are influenced by physical activity. *J Pediatr* 2010; 157: 533-539. doi:10.1016/j.jpeds.2010.04.023
30. Maggio AB, Hofer MF, Martin XE, Marchand LM, Beghetti M, Farpour-Lambert NJ: Reduced physical activity level and cardiorespiratory fitness in children with chronic diseases. *Eur J Pediatr* 2010; 169: 1187-1193. doi:10.1007/s00431-010-1199-2
31. Fintini D, Di GB, Brufani C, Cafiero G, Patera PI, Turchetta A, et al.: Impaired energy expenditure despite normal cardiovascular capacity in children with type 1 diabetes. *Horm Res Paediatr* 2012; 78: 1-7. doi:10.1159/000339465
32. Mohammed J, Deda L, Clarson CL, Stein RI, Cuerden MS, Mahmud FH: Assessment of Habitual Physical Activity in Adolescents with Type 1 Diabetes. *Can J Diabetes* 2014; 38: 250-255. doi:10.1016/j.jcjd.2014.05.010
33. Cuenca-García M, Jago R, Shield JP, Burren CP: How does physical activity and fitness influence glycaemic control in young people with Type 1 diabetes? *Diabet Med* 2012; 29: e369-376. doi:10.1111/j.1464-5491.2012.03740.x
34. Edmunds S, Roche D, Stratton G: Levels and patterns of physical activity in children and adolescents with type 1 diabetes and associated metabolic and physiologic health outcomes. *J Phys Act Health* 2010; 7: 68-77. doi:10.1123/jpah.7.1.68
35. Galler A, Lindau M, Ernert A, Thalemann R, Raile K: Associations between media consumption habits, physical activity, socioeconomic status, and glycemic control in children, adolescents, and young adults with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2011; 34: 2356-2359. doi:10.2337/dc11-0838
36. Schweiger B, Klingensmith G, Snell-Bergeon JK: Physical activity in adolescent females with type 1 diabetes. *Int J Pediatr* 2010; 2010: 328318. doi:10.1155/2010/328318

37. Michaliszyn SF, Faulkner MS: Physical activity and sedentary behaviour in adolescents with type 1 diabetes. *Res Nurs Health* 2010; 33: 441-449. doi:10.1002/nur.20393
38. Beraki Å, Magnuson A, Särnblad S, Åman J, Samuelsson U: Increase in physical activity is associated with lower HbA_{1c} levels in children and adolescents with type 1 diabetes: Results from a cross-sectional study based on the Swedish pediatric diabetes quality registry (SWEDIABKIDS). *Diabetes Res Clin Pract* 2014; 105: 119-125. doi:10.1016/j.diabres.2014.01.029
39. Nadeau KJ, Regensteiner JG, Bauer TA, Brown MS, Dorosz JL, Hull A, et al.: Insulin resistance in adolescents with type 1 diabetes and its relationship to cardiovascular function. *J Clin Endocrinol Metab* 2010; 95: 513-521. doi:10.1210/jc.2009-1756
40. Williams BK, Guelfi KJ, Jones TW, Davis EA: Lower cardiorespiratory fitness in children with Type 1 diabetes. *Diabet Med* 2011; 28: 1005-1007. doi:10.1111/j.1464-5491.2011.03271.x
41. Bjornstad P, Cree-Green M, Baumgartner A, Maahs DM, Cherney DZ, Pyle L, et al.: Renal function is associated with peak exercise capacity in adolescents with type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2015; 38: 126-131. doi:10.2337/dc14-1742
42. Adolfsson P, Nilsson S, Albertsson-Wikland K, Lindblad B: Hormonal response during physical exercise of different intensities in adolescents with type 1 diabetes and healthy controls. *Pediatr Diabetes* 2012; 13: 587-596. doi:10.1111/j.1399-5448.2012.00889.x
43. Wiśniewski A, Poliszczuk T, Pańkowska E: [Assessment of physical fitness in children and teenagers with type 1 diabetes]. *Pediatr Endocrinol Diabetes Metab* 2010; 16: 171-175.
44. Faulkner MS: Cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 or type 2 diabetes. *J Spec Pediatr Nurs* 2010; 15: 307-316. doi:10.1111/j.1744-6155.2010.00254.x
45. Salem MA, Aboelazrar MA, Elbarbary NS, Elhilaly RA, Refaat YM: Is exercise a therapeutic tool for improvement of cardiovascular risk factors in adolescents with type 1 diabetes mellitus? A randomised controlled trial. *Diabetol Metab Syndr* 2010; 2: 47. doi:10.1186/1758-5996-2-47
46. Lukács A, Mayer K, Török A, Kiss-Tóth E, Barkai L: Better cardiorespiratory fitness associated with favourable metabolic control and health-related quality of life in youths with type 1 diabetes mellitus. *Acta Physiol Hung* 2013a; 100: 77-83. doi:10.1556/APhysiol.100.2013.1.7
47. Wong CH, Chiang YC, Wai JP, Lo FS, Yeh CH, Chung SC, et al.: Effects of a home-based aerobic exercise programme in children with type 1 diabetes mellitus. *J Clin Nurs* 2011; 20: 681-691. doi:10.1111/j.1365-2702.2010.03533.x
48. Tunar M, Ozen S, Goksen D, Asar G, Bediz CS, Darcan S: The effects of Pilates on metabolic control and physical performance in adolescents with type 1 diabetes mellitus. *J Diabetes Complications* 2012; 26: 348-351. doi:10.1016/j.jdiacomp.2012.04.006
49. Aouadi R, Khalifa R, Aouidet A, Ben Mansour A, Ben Rayana M, Mdini F, et al.: Aerobic training programs and glycemic control in diabetic children in relation to exercise frequency. *J Sports Med Phys Fitness* 2011; 51: 393-400.
50. D'Hooge R, Hellinckx T, Van Laethem C, Stegen S, De Schepper J, Van Aken S, et al.: Influence of combined aerobic and resistance training on metabolic control, cardiovascular fitness and quality of life in adolescents with type 1 diabetes: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2011; 25: 349-359. doi:10.1177/0269215510386254
51. Michaud I, Henderson M, Legault L, Mathieu ME: Physical activity and sedentary behavior levels in children and adolescents with type 1 diabetes using insulin pump or injection therapy - The importance of parental activity profile. *J Diabetes Complications* 2017; 31: 381-386. doi:10.1016/j.jdiacomp.2016.11.016
52. Lukács A, Kiss-Tóth E, Varga B, Soós A, Takác P, Barkai L: Benefits of continuous subcutaneous insulin infusion on quality of life. *Int J Technol Assess Health Care* 2013b; 29: 48-52. doi:10.1017/S0266462312000797
53. Ryninks K, Sutton E, Thomas E, Jago R, Shield JP, Burren CP: Attitudes to Exercise and Diabetes in Young People with Type 1 Diabetes Mellitus: A Qualitative Analysis. *PLoS One* 2015; 10: e0137562. doi:10.1371/journal.pone.0137562
54. Jabbour G, Henderson M, Mathieu ME: Barriers to Active Lifestyles in Children with Type 1 Diabetes. *Can J Diabetes* 2016; 40: 170-172. doi:10.1016/j.cjcd.2015.12.001
55. Martínez-Vizcaino V, Sánchez-López M: Relationship Between Physical Activity and Physical Fitness in Children and Adolescents. *Rev Esp Cardiol* 2008; 61: 108-111. doi:10.1157/13116196
56. Ortega FB, Ruiz JR, Hurtig-Wennlöf A, Sjöström M: Physically active adolescents are more likely to have a healthier cardiovascular fitness level independently of their adiposity status. The European Youth Heart Study. *Rev Esp Cardiol* 2008; 61: 123-129. doi:10.1157/13116199
57. MacMillan F, Kirk A, Mutrie N, Matthews L, Robertson K, Saunders DH: A systematic review of physical activity and sedentary behavior intervention studies in youth with type 1 diabetes: study characteristics, intervention design, and efficacy. *Pediatr Diabetes* 2014; 15: 175-189. doi:10.1111/pedi.12060
58. Quirk H, Blake H, Tennyson R, Randell TL, Glazebrook C: Physical activity interventions in children and young people with Type 1 diabetes mellitus: a systematic review with meta-analysis. *Diabet Med* 2014; 31: 1163-1173. doi:10.1111/dme.12531
59. Tonoli C, Heyman E, Roelands B, Buysse L, Cheung SS, Berthoin S, et al: Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: a meta-analysis. *Sports Med* 2012; 42: 1059-1080. doi:10.1007/BF03262312
60. Yardley JE, Iscoe KE, Sigal RJ, Kenny GP, Perkins BA, Riddell MC: Insulin pump therapy is associated with less post-exercise hyperglycemia than multiple daily injections: an observational study of physically active type 1 diabetes patients. *Diabetes Technol Ther* 2013; 15: 84-88. doi:10.1089/dia.2012.0168
61. Gonder-Frederick L, Nyer M, Shepard JA, Vajda K, Clarke W: Assessing fear of hypoglycemia in children with type 1 diabetes and their parents. *Diabetes Manag* 2011; 1: 627-639. doi:10.2217/dmt.11.60
62. The Diabetes Research in Children Network (DirecNet) Study Group: Impact of Exercise on Overnight Glycemic Control in Children with Type 1 Diabetes. *J Pediatr* 2005; 147: 528-534. doi:10.1016/j.jpeds.2005.04.065
63. Leclair E, de Kerdanet M2, Riddell M, Heyman E: Type 1 Diabetes and Physical Activity in Children and Adolescents. *J Diabetes Metab* 2013; 510.
64. Draznin MB: Managing the adolescent athlete with type 1 diabetes mellitus. *Pediatr Clin North Am (United States)* 2010; 57: 829-837. doi:10.1016/j.pcl.2010.02.003
65. Craig ME, Twigg SM, Donaghue KC, Cheung NW, Cameron FJ, Conn J, et al. (Australian Type 1 Diabetes Guidelines Expert Advisory Group): National evidence-based clinical care guidelines for type 1 diabetes in children, adolescents and adults, Australian Government Department of Health and Ageing, Canberra 2011.
66. Balakrishnan NP, Samavedham L, Rangaiah GP: Personalized mechanistic models for exercise, meal and insulin interventions in children and adolescents with type 1 diabetes. *J Theor Biol* 2014; 357: 62-73. doi:10.1016/j.jtbi.2014.04.038
67. Roberts AJ, Taplin CE: Exercise in Youth with Type 1 Diabetes. *Curr Pediatr Rev* 2015; 11: 120-125. doi:10.2174/1573396311666150702105340
68. William B. Horton, Jose S. Subauste: Care of the Athlete With Type 1 Diabetes Mellitus: A Clinical Review. *Int J Endocrinol Metab* 2016; 14: e36091. doi:10.5812/ijem.36091