

FIZIKAI EGÉSZSÉG ÉS JÓLLÉTÉRZÉS 1-ES TÍPUSÚ CUKORBETEG GYERMEKEKNÉL ÉS SERDÜLŐKNÉL

PHYSICAL HEALTH AND WELL-BEING IN CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH TYPE 1 DIABETES

LUKÁCS ANDREA

Miskolci Egyetem, Egészségtudományi Kar, Elméleti Egészségtudományok Intézete
Levelező szerző: Dr. Lukács Andrea, 3515 Miskolc-Egyetemváros, Stefánia épület, e-mail:
andrea.lukacs@uni-miskolc.hu

Összefoglalás

Az 1-es típusú cukorbetegség kezelésének elsődleges célja gyermekeknél a metabolikus kontroll optimalizálása és a hosszú távú életminőség javítása. A tanulmány célja, hogy értékelje az 1-es típusú cukorbeteg gyermekek és serdülők fizikai egészségét és jóllétérzését és összehasonlítsa az egészséges kortársaikéval. A tanulmány további célja a glikémiás kontrollt befolyásoló tényezők azonosítása. Antropometriai jellemzők, fizikai aktivitás, kardiorespiratorikus fitness, és egészséggel összefüggő életminőség került felmérésre 236 fő, 8–18 éves gyermeknél, akik közül 106 fő 1-es típusú cukorbeteg volt (50% fiú). Az életminőség mérése a Pediatric Quality of Life Inventory általános moduljával történt, míg a kardiorespiratorikus fitness a 20 méteres progresszív ingafutásból számolt maximális oxigénfogyasztás alapján. A fizikai aktivitási szintek értékelése kérdőív alapján történt. Nem volt jelentős különbség a testösszetételben (bőrredővastagság és BMI z-érték) a cukorbeteg gyermekek és egészséges kortársaik között. A fizikai aktivitási szintben és az általános életminőségben is hasonló volt a két csoport. A cukorbeteg gyermekek azonban kedvezőtlenebb kardiorespiratorikus fitnesset mutattak a kontrollcsoportéhoz képest. A glikémiás kontrollt befolyásoló tényezők közül csak a maximális oxigénfogyasztás bizonyult szignifikáns magyarázó tényezőnek. A cukorbeteg gyermekek és serdülők hasonló életminőségben élnek, mint egészséges kortársaik. Annak ellenére, hogy a testösszetételükben és a fizikai aktivitási szintjükben nem volt eltérés, a VO_{2max} érték kedvezőtlenebb kardiorespiratorikus fitnessre utalt. A cukorbeteg gyermekeknél a fizikai fitness meghatározó tényezője volt a glikémiás kontrollnak. A rendszeres aerob testmozgás végzése hatékony beavatkozás az optimális glikémiás kontroll eléréséhez és megtartásához, ezáltal a betegnek klinikai állapotának javításához.

Kulcsszavak: *1-es típusú cukorbetegség, egészséggel összefüggő életminőség, fizikai aktivitás, fizikai fitness, glikémiás kontroll, gyermekek, serdülők*

Summary

The primary goal of treating type 1 diabetes in children and adolescents is to optimize metabolic control and improve long-term quality of life. The aim of the study is to evaluate the physical health and well-being of children and adolescents with type 1 diabetes and compare them to their healthy peers. An additional aim of the study is to identify factors influencing glycemic control. Anthropometric characteristics, physical activity, cardiorespiratory fitness,

and health-related quality of life were assessed in 236 children aged 8–18, of whom 106 had type 1 diabetes (50% boys). Quality of life was measured using the Pediatric Quality of Life Inventory general module, while cardiorespiratory fitness was determined based on maximum oxygen consumption from the 20-meter progressive shuttle run test. Physical activity levels were assessed via questionnaire. There was no significant difference in body composition (skinfold thickness and BMI z-score) between children and adolescents with and without diabetes. The two groups were also similar in terms of physical activity level and overall quality of life. However, children with diabetes exhibited poorer cardiorespiratory fitness compared to the control group. Among the factors influencing glycemic control, only maximum oxygen consumption proved to be a significant explanatory factor. Children with diabetes live a quality of life similar to that of their healthy peers. Despite no differences in body composition and physical activity levels, their VO_{2max} indicated poorer cardiorespiratory fitness. Physical fitness was a determinant of glycemic control in children with diabetes. Regular aerobic exercise is an effective intervention for achieving and maintaining optimal glycemic control, thereby improving the clinical condition of patients.

Keywords: adolescents, children, glycemic control, health-related quality of life, physical activity, physical fitness, type 1 diabetes

BEVEZETÉS

Az 1-es típusú cukorbetegség az egyik leggyakoribb krónikus betegség gyermekkorban. Kialakulása után sürgősségi orvosi ellátásra van szükség. Mivel jelenleg még nem gyógyítható betegség, ezért élethosszig tartó folyamatos ellátást és gondozást igényel. Magyarországon évente kb. 400 új 1-es típusú cukorbetegét diagnosztizálnak, a cukorbeteg gyermekek száma közel 3800 fő [1, 2]. Világviszonylatban 651 700 gyermeket és serdülőt érint ez a betegség [3].

Kezelésének 3 fő alappillére az egyénre szabott inzulinterápia, a megfelelő étrend és a rendszeres fizikai testmozgás [4]. Míg az első kettőre nagyobb hangsúlyt fektetnek a gondozás során, az utóbbi pillér fontosságát néha figyelmen kívül hagyják, annak ellenére, hogy jelentős mértékben hozzájárul az optimális klinikai eredmények eléréséhez. A cukorbeteg gyermeknek ugyanannyi testmozgásra van szüksége, mint az egészséges fiatalnak. Naponta legalább 60 perc mérsékelt vagy erőteljes intenzitású, elsősorban aerob testmozgást kell végezniük a hét minden napján, amelyet izom- és csontokat erősítő gyakorlatokkal kell kiegészíteni legalább heti 3 napon. A gyermekeknek és serdülőknél korlátozniuk kell az ülő testmozgással eltöltött időt [5]. Korábbi kutatások felhívták a figyelmet, hogy a kedvezőtlenebb kardiorespiratorikus fittség a kardiovaszkuláris betegségek kialakulásának fokozott kockázatával jár [6]. A fizikai aktivitás, a rendszeres testmozgás elősegíti a kedvező kardiorespiratorikus fittség kialakulását [7].

A cukorbetegség kezelésének elsődleges célja az optimális glikémiás kontroll elérése, amely elősegíti a rövid és a hosszú távú szövődmények elkerülését. A kezelés és gondozás végső célja a betegek életminőségének fenntartása vagy javítása. Az életminőség értékelése segít meghatározni a betegség terhét, értékes információkkal szolgál a kockázati tényezőkről és megmutatja a kezelés hatékonyságát.

A rendszeres fizikai aktivitás nemcsak a fizikai egészséget támogatja, hanem hozzájárul a fizikai fittség kialakulásához, és kedvező hatása van a pszichés jóllétre is, így átfogó módon javítja a gyermekek életminőségét. Fontos, hogy a cukorbeteg gyermek is teljes és kiegyensúlyozott életet éljen.

A kutatás célja az volt, hogy megvizsgáljam a cukorbeteg gyermekek és serdülők fizikai aktivitási szintjét, kardiorespiratorikus fittségét és egészséggel összefüggő általános életminőségüket és összehasonlítsam őket egészséges kortársaikkal. A kutatás célja volt még a glikémiás kontrollt befolyásoló tényezők azonosítása is.

A célkitűzés eléréséhez a következő kutatási kérdéseket tettem fel:

Van-e eltérés a cukorbeteg és egészséges gyermek

- fizikai aktivitás szintje között?
- fizikai fittsége között?
- egészséggel összefüggő életminősége között?

Milyen tényezők befolyásolják a cukorbeteg gyermekek glikémiás kontrollját?

MÓDSZEREK

Vizsgálati személyek

A cukorbeteg résztvevők a Borsod-Abaúj-Zemplén Vármegyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház Gyermekek Diabetes Szakambulancia gondozottjai voltak. A szakambulancia közel 350 cukorbeteg gyermeket és serdülőt gondoz Északkelet-Magyarország vonzáskörzetéből. A beválasztási kritérium volt az 1-es típusú cukorbetegség diagnosztizálása, 8–18 év közötti korhatár és szövődménymentesség. A kontrollcsoportot a helyi általános és középiskolás tanulók alkották, akiknek a felmérés időpontjában nem volt krónikus vagy akut betegsége. A vizsgálatban a felmérés önkéntes és névtelen volt, az adatok összerendezése kódolással történt.

A szakambulancia asszisztense és az iskola osztályfőnökei segítettek a szülők és a gyermekek tájékoztatásában, valamint a szülői beleegyező nyilatkozatok összegyűjtésében. A kutatást a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Regionális Tudományos és Kutatási Etikai Bizottság engedélyezte.

Vizsgálati módszerek és eszközök

Antropometriai mérések:

- BMI z-érték: A magasságot (0,5 cm pontossággal) és a testsúlyt (0,1 kg pontossággal) orvosi digitális mérleggel (Soehnle 7831, Németország), könnyű sportruházatban, cipő nélkül mértem. A testtömegindexet (BMI) (kg/m^2) kiszámítottam, és minden egyes BMI-értéket a gyermek életkorával és nemével korrigált z-értékre (BMI z-pontszám) számítottam át.
- Bőrredővastagság: A méréseket álló helyzetben, a test jobb oldalán végeztem a Harpenden skinfold calliperrel (HSB-BI, British Indicators Ltd., UK) [8]. Négy helyen (tricepsz, bicepsz, subscapularis és suprailiacalis) végeztem a méréseket egymás után kétszer. Az adatok elemzéséhez az átlagértéket használtam. Mivel

nincs arany standard a testsírtartalom százalékos értékelésére gyermekek és serdülők esetében, a négy bőrrdő vastagságának összegét vettem alapul.

Fizikai aktivitás: A fizikai aktivitás mérése Kowalski és munkatársai által kifejlesztett kérdőív alapján történt [9, 10]. A Physical Activity Questionnaire for Older Children (PAQ-C) (8–14 évesek) és a Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A) (14–19 évesek) kérdőívek arra szolgálnak, hogy felmérjék az általános iskolás korú gyermekek (PAQ-C) és a serdülők (PAQ-A) fizikai aktivitását. A kérdőívek 7 napos időszakra vonatkozóan kérdeztek rá a fizikai aktivitásra, beleértve az iskolai és szabadidős tevékenységeket. A válaszok alapján 5 kategóriába kerültek besorolásra a gyermekek, ahol az 1-es kategória gyenge, míg az 5-ös kategória jelentős fizikai aktivitást jelölt.

Fizikai fittség: A fizikai fittséget a VO_{2max} értékből vizsgáltam [11]. A 20 méteres progresszív ingafutás teszt hatékony eszköz a kardiovaszkuláris állóképesség mérésére, és számos környezetben viszonylag könnyen alkalmazható [12]. Bár vannak bizonyos korlátai, például a résztvevők motivációjának esetleges hiánya, az egyszerűség és az eredmények gyors kiértékelhetősége miatt rendkívül népszerű módszer az állóképességi szintek felmérésére. A próbázó egy 20 méteres távolságon futott oda és vissza, miközben a futási sebességet CD-hangjelzések diktálták. A kezdeti sebesség 8,5 km/h volt, és percenként fokozatosan 0,5 km/h sebességgel növekedett. A próbázó akkor fejezte be a tesztet, amikor nem tudott kétszer egymás után a CD-jelzésre a vonalig eljutni, vagy önként megállt. Az utolsó teljesített távból Léger és Lambert regressziós egyenletének segítségével ki lehet számítani a maximális oxigénfogyasztást [11].

Egészséggel összefüggő életminőség: A Pediatric Quality of Life Inventory általános modul segítségével értékeltem az egészséggel-összefüggő életminőséget [13, 14]. A 23 tételes skála négy alskálát foglal magában: fizikai állapot (8 tétel), érzelmi állapot (5 tétel), közösségi tevékenység (5 tétel) és iskolai tevékenység (5 tétel). A kitöltők egy ötponos Likert-skálán értékelték, hogy az előző hónapban milyen problémáik voltak. (0 = soha nem volt probléma; 1 = szinte soha nem volt probléma; 2 = néha volt probléma; 3 = gyakran volt probléma; 4 = szinte mindig volt probléma). A tételeket fordított pontszámmal kell értékelni és lineárisan átalakítani egy 0-tól 100-ig terjedő skálára. A magasabb átlagpontszám kedvezőbb életminőséget jelez. Ez az életminőség-mérés használható a klinikai gyakorlatban, klinikai vizsgálatokban és kutatásokban, valamint iskola-egészségügyi környezetben.

Glikémiás kontroll: A glikémiás kontrollt a hemoglobín A1c (HbA1c) értékkel jellemeztem, amelyet a gyermek gondozó lapjából rögzítettem. Az ISPAD (International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes) által ajánlott glikémiás kontroll célmutatói szerint a 7,5% alatti HbA1c-érték optimális anyagcsere-beállításnak, a 7,5–9% közötti értékek szuboptimális anyagcsere-beállításnak, míg a 9% feletti érték jelentős kockázatú anyagcsere-beállításnak tekinthető [15].

Adatelemzés

Az SPSS 26.0 statisztikai elemző szoftverrel történt az adatelemzés, és a $p \leq 0,05$ értéket tekintettem bizonyító erejűnek. Az adatok gyakoriságban, átlagban és szórásban kerültek bemutatásra. A cukorbeteg és a kontrollcsoport közötti összefüggés vizsgálatára t-próbát, illetve Mann–Whitney U-próbát alkalmaztam. Az egészséggel összefüggő életminőség és a glikémiás kontroll közötti kapcsolat összehasonlítására korrelációs analízist végeztem, míg a glikémiás kontroll magyarázó tényezőinek elemzésére többszörös regressziós analízist futtattam le.

EREDMÉNYEK

Vizsgálati személyek

Összesen 236 gyermek vett részt a felmérésben, amelyből 106 fő 1-es típusú cukorbeteg volt. A cukorbeteg- és kontrollcsoportba tartozó gyermekek között sem életkorban, sem a nemek arányában nem volt eltérés. A cukorbeteg átlagos szénhidrátanyagcseréjük szuboptimális volt mind a lányok, mind a fiúk esetében, és közel 5 éves átlagos betegség tartammal rendelkeztek. (1. és 2. táblázat)

Vizsgált tényezők

Az 1. és 2. táblázat mutatja a vizsgált tényezők összehasonlító elemzését nemenként. A cukorbeteg- és kontrollcsoport között nem találtam eltérést a testösszetételben, sem a BMI z-értékben, sem a bőrredők vastagságának összegében. Az életminőségük és a fizikai fittségük sem mutatott eltérést. Egyedül a kardiorespiratorikus fittségben tapasztaltam, hogy a cukorbeteg fiatalok szignifikánsan gyengébb eredményt értek el nem cukorbeteg kortársaikhoz képest. Ez mind a lányoknál, mind a fiúknál megfigyelhető volt.

1. táblázat

Cukorbeteg- és kontroll-lányok eredményeinek összehasonlítása (N = 122)

| átlag (szórás) | 1-es típusú cukorbeteg lányok | Kontroll- lányok |
|---|----------------------------------|---------------------|
| Mintaszám (fő) | 53 | 69 |
| Életkor (év) | 13,20 (1,67) | 13,41 (1,56) |
| BMI z-érték | 0,66 (0,78) | 0,64 (0,70) |
| Bőrredővastagság (mm) | 77,01 (22,99) | 69,96 (27,28) |
| Egészséggel-összefüggő életminőség (pontszám) | 75,71 (12,96) | 74,07 (10,37) |
| Fizikai aktivitás szintje (1–5-ig skála) | 2,21 (1,33) | 2,24 (1,04) |
| VO _{2max} (ml/kg/min) | 38,21 (4,66)* | 41,45 (5,06) |
| Glikémiás kontroll (HbA _{1c}) (%) | 8,72 (1,31) | – |
| Betegség tartam (év) | 5,29 (2,80) | – |

* $p < 0,001$

2. táblázat

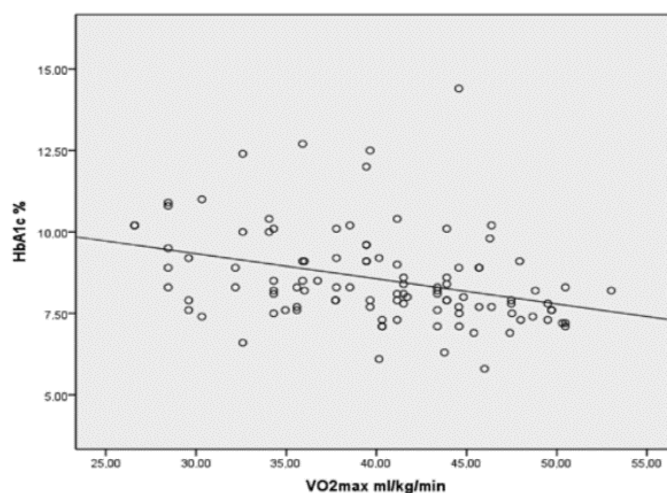
Cukorbeteg és kontrollfiúk eredményeinek összehasonlítása (N = 114)

| átlag (szórás) | 1-es típusú cukorbeteg fiúk | Kontrollfiúk |
|---|-----------------------------|---------------|
| Mintaszám (fő) | 53 | 61 |
| Életkor (év) | 13,15 (1,63) | 13,21 (1,42) |
| BMI z-érték | 0,38 (1,02) | 0,39 (0,89) |
| Bőrredővastagság (mm) | 57,28 (25,57) | 57,97 (26,94) |
| Egészséggel összefüggő életminőség (pontszám) | 79,74 (11,16) | 79,51 (10,41) |
| Fizikai aktivitás szintje (1–5-ig skála) | 2,91 (1,59) | 3,02 (1,39) |
| VO _{2max} (ml/kg/min) | 42,15 (4,25)* | 45,85 (6,45) |
| Glikémiás kontroll (HbA _{1c}) (%) | 8,38 (1,56) | – |
| Betegség tartam (év) | 5,02 (3,65) | – |

*p < 0,001

Az 1. ábra szóródási pontjai érzékeltetik a glikémiás kontroll (HbA_{1c}) és a maximális oxigénfogyasztás (VO_{2max}) közötti kapcsolat erősségét. A glikémiás kontroll és az egészséggel-összefüggő életminőség elemzésekor nem találtam szignifikáns kapcsolatot.

A cukorbeteg gyermekek adatainak többváltozós elemzésekor azt találtam, hogy a glikémiás kontroll egyedüli szignifikáns magyarázó tényezője a maximális oxigénfogyasztás volt (B = -0.077, SE(B) = 0.021, β = -0.343, t = -3.726, p < 0.001; R² = 0.218). Az elemzésbe független változónak az életkort, a nemet, a BMI z-értéket, a bőrredő vastagság összegét, a fizikai aktivitás szintjét, a VO_{2max} értéket és a betegség időtartamát helyeztem el.



1. ábra. A glikémiás kontroll (HbA_{1c}) és a maximális oxigénfogyasztás (VO_{2max}) közötti szóródási pontok

MEGBESZÉLÉS

A kutatás elsődleges célja az 1-es típusú cukorbeteg 8–18 éves gyermekek fizikai aktivitásának és fizikai fittségének összehasonlítása volt egészséges kortársaikkal. Vizsgálni szándékoztam még az egészséggel összefüggő életminőséget is, valamint a glikémiás kontrollt befolyásoló tényezőket a cukorbeteg fiataloknál. Az eredmények azt mutatták, hogy nincs jelentős különbség az 1-es típusú cukorbeteg és egészséges fiatalok egészséggel összefüggő életminősége között. Ennek egyik magyarázata lehet, hogy a cukorbeteg meg megfelelő ellátásban részesülnek Magyarországon, beleértve a megfelelő folyamatos beteg- és szülői oktatást is. Háromhavonta ellenőrzésen vesznek részt a gyermekek, folyamatosan ellenőrzik a klinikai státuszukat és vizsgálják a szövődmények esetleges megjelenését is [16]. Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy az 1-es típusú cukorbeteg fiatalok kortársaikhoz hasonló teljes életet élnek.

Jelen felmérésben a fizikai aktivitás és a testösszetétel tekintetében nem különböztek a vizsgálati csoportok. Ennek ellenére a fizikai fittséget jelző maximális oxigénfogyasztásban jelentős különbséget találtam mind a fiúknál, mind a lányoknál. Lehetséges feltételezés, hogy az anyagcsere-szabályozás befolyásolja a cukorbeteg kardiorespiratorikus fittségét. Korábbi tanulmányok rámutattak, hogy a rossz anyagcsere-szabályozás kedvezőtlenebb kardiorespiratorikus alkalmazkodást eredményezhet [17, 18].

Fontos eredménynek vélem, hogy a glikémiás kontroll és maximális oxigénfogyasztás, azaz a kardiorespiratorikus fittség között összefüggés mutatható ki. Ez az összefüggés arra utal, hogy az aerob testmozgás fontos szerepet játszik a jó glikémiás kontroll elérésében és fenntartásában. Bár a gyermekeknek és serdülőknek mindenféle mozgásra szükségük van a különböző fizikai képességek fejlesztéséhez és az izomszövetek erősítéséhez, úgy tűnik, hogy a glikémiás kontrollt elsősorban az aerob testmozgás befolyásolja. Ez hangsúlyozza az aerob testmozgás fontosságát a gyermekkori 1-es típusú cukorbetegség kezelésében és gondozásában.

A kutatás hátrányaként meg kell említeni a keresztmetszeti tervezést, amely nem teszi lehetővé az ok és okozati összefüggések értelmezését. A vizsgált betegek egy szakambulancia gondozottjai voltak, így az eredmények általánosítása korlátozott. Ennek ellenére úgy vélem, hogy a kutatás hozzájárul az 1-es típusú cukorbeteg gyermekek és serdülők kezelésének előmozdításához.

KÖVETKEZTETÉS

Összegzésképpen elmondható, hogy az 1-es típusú cukorbeteg gyermekek és serdülők életminősége hasonló az egészséges kortársaikéhoz, ami valószínűleg a Magyarországon elérhető megfelelő ellátásnak és edukációnak köszönhető. Az eredmények arra utalnak, hogy bár a fizikai aktivitás és a testösszetétel hasonló mindkét csoportban, a maximális oxigénfogyasztás, mint a fizikai fittség mutatója, jelentősen különbözik, és ez befolyásolja a glikémiás kontrollt is. Az aerob testmozgás kulcsszerepet játszik a glikémiás kontroll javításában és fenntartásában, ami hangsúlyozza a rendszeres testedzés fontosságát a gyermekkori 1-es típusú cukorbetegség kezelésében. A kutatás eredményei hozzájárulhatnak a kezelés és a

gondozás további fejlesztéséhez, azonban a további vizsgálatok szükségesek a hosszú távú hatások és az ok-okozati összefüggések feltárásához.

IRODALOM

- [1] Barkai, L., Kiss, Z., Rokszin, G., Abonyi-Tóth, Z., Jermendy, G., Wittmann, I., Kempler, P. (2019). Changes in the incidence and prevalence of type 1 and type 2 diabetes among 2 million children and adolescents in Hungary between 2001 and 2016 - a nationwide population-based study. *Archives of medical science: AMS*, 16 (1), pp. 34–41. <https://doi.org/10.5114/aoms.2019.88406>
- [2] Barkai L., Körner, A. (2022). A gyermekdiabetológia helyzete, jövőbeli céljai. *Diabetologia hungarica*, 30 (2), pp. 103–111. <https://doi.org/10.24121/dh.2022.5.8>
- [3] Ogle, G. D., James, S., Dabelea, D., Pihoker, C., Svensson, J., Maniam, J., Klatman, E. L., Patterson, C. C. (2022). Global estimates of incidence of type 1 diabetes in children and adolescents: Results from the International Diabetes Federation Atlas, 10th edition, *Diabetes research and clinical practice*, 183, 109083. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109083>
- [4] ElSayed, N. A., Aleppo, G., Aroda, V. R., Bannuru, R. R., Brown, F. M., Bruemmer, D. et al. on behalf of the American Diabetes Association (2023). 14. Children and Adolescents: Standards of Care in Diabetes-2023. *Diabetes Care*, 46 (Suppl 1), S230–S253. <https://doi.org/10.2337/dc23-S014>
- [5] Adolfsson, P., Taplin, C. E., Zaharieva, D. P., Pemberton, J., Davis, E. A., Riddell, M. C., McGavock, J., Moser, O., Szadkowska, A., Lopez, P., Santiprabhob, J., Frattolin, E., Griffiths, G., DiMeglio, L. A. (2022). ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Exercise in children and adolescents with diabetes, *Pediatric Diabetes*, 23 (8), pp. 1341–1372. <https://doi.org/10.1111/pedi.13452>
- [6] Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., Sjörström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *International Journal of Obesity*, 32, pp. 1–11. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803774>
- [7] Lin X., Zhang X., Guo J., Roberts C. K., McKenzie S., Wu W.C., Liu S., Song, Y. (2015). Effects of exercise training on cardiorespiratory fitness and biomarkers of cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of American Heart Association*, 4, e002014. <https://doi.org/10.1161/JAHA.115.002014>
- [8] Norton, K. I. (2018). *Standards for anthropometry assessment*. In: *Kinanthropometry and exercise physiology*. 4, pp. 68–137. <https://doi.org/10.4324/9781315385662-4>

- [9] Kowalski, K. C., Crocker, P. R. E., Faulkner, R. A. (1997a). Validation of the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Pediatric exercise science*, 9, pp. 174–186. <https://doi.org/10.1123/pes.9.2.174>
- [10] Kowalski, K. C., Crocker, P. R. E., Kowalski, N. P. (1997b). Convergent validity of the Physical Activity Questionnaire for Adolescents. *Pediatric exercise science*, 9, pp. 342–352. <https://doi.org/10.1123/pes.9.4.342>
- [11] Léger, L. A., Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂ max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 49 (1), pp. 1–12. <https://doi.org/10.1007/BF00428958>
- [12] Léger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C., Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of sports sciences*, 6 (2), pp. 93–101. <https://doi.org/10.1080/02640418808729800>
- [13] Varni, J. W., Seid, M., Rode, C. A. (1999). The PedsQL: measurement model for the pediatric quality of life inventory. *Medical Care*, 37 (2), pp. 126–139. <https://doi.org/10.1097/00005650-199902000-00003>
- [14] Varni, J. W., Burwinkle, T. M., Seid, M., Skarr, D. (2003). The PedsQL 4,0 as a pediatric population health measure: feasibility, reliability, and validity. *Ambulatory pediatrics: the official journal of the Ambulatory Pediatric Association*, 3(6), pp. 329–341. [https://doi.org/10.1367/1539-4409\(2003\)003<0329:tpaapp>2.0.co;2](https://doi.org/10.1367/1539-4409(2003)003<0329:tpaapp>2.0.co;2)
- [15] Besser, R. E. J., Bell, K. J., Couper, J. J., Ziegler, A. G., Wherrett, D. K., Knip, M., Speake, C., Casteels, K., Driscoll, K. A., Jacobsen, L., Craig, M. E., Haller, M. J. (2022). ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Stages of type 1 diabetes in children and adolescents. *Pediatric Diabetes*, 23 (8), pp. 1175–1187. <https://doi.org/10.1111/pedi.13410>
- [16] Barkai L., Madácsy L. (szerk.) (2019). *A gyermekdiabetológia kézikönyve*. Budapest, SpringMed Kiadó.
- [17] Williams, B. K., Guelfi, K. J., Jones, T. W., Davis, E. A. (2011). Lower cardiorespiratory fitness in children with Type 1 diabetes. *Diabetic medicine: a journal of the British Diabetic Association*, 28 (8), pp. 1005–1007. <https://doi.org/10.1111/j.1464-5491.2011.03271.x>
- [18] Michaliszyn, S. F., Shaibi, G. Q., Quinn, L., Fritschi, C., Faulkner, M. S. (2009). Physical fitness, dietary intake, and metabolic control in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatric Diabetes*, 10 (6), pp. 389–394. <https://doi.org/10.1111/j.1399-5448.2009.00500.x>