



Metode procjene tjelesne aktivnosti osoba starije životne dobi: pregled literature

¹ Ivana Crnković

¹ Zdravstveno veleučilište Zagreb

Sažetak

U ovom radu sistematizirane su i opisane metode procjene tjelesne aktivnosti koje se najčešće primjenjuju u istraživanjima namijenjenima osobama starije životne dobi. Prije procjene razine tjelesne aktivnosti kod osoba starije životne dobi važno je provesti antropometrijska mjerenja te procjenu funkcionalnog statusa. Upitnici za procjenu tjelesne aktivnosti učestalo se primjenjuju, i to najčešće radi rasterećenja administracije, nižih troškova provedbe istraživanja, kao i mogućnosti obrade kvantitativnih i kvalitativnih podataka, dok je glavni nedostatak problem pouzdanosti i validacije. U novije vrijeme razvijeni su različiti sustavi monitoringa domene tjelesne aktivnosti kod ove populacije. Ova metoda monitoringa uključuje akcelerometre od kojih se najviše upotrebljava Actigraph (GT1M) koji je dostupan široj populaciji. Nedavno je razvijena i nova metoda praćenja, SenseWear Pro 3 trake za ruku (SP3), koja ne samo da inkorporira akcelerometriju u proračune potrošnje energije nego bilježi i fluks topline, galvanski otpor kože, temperaturu kože i približnu temperaturu tijela putem niza senzora koji su locirani na uređaju. DLW, tehnika uporabe vode obilježene stabilnim izotopima vodika i kisika naziva se „zlatnom normom” kao najpreciznija metoda za procjenu prosječnog utroška energije tijekom određenog perioda.

Ključne riječi: osobe starije životne dobi, monitoring tjelesne aktivnosti, GT1M akcelerometar, SenseWear Pro Armband 3

Datum primitka: 1.2.2019.

Datum prihvatanja: 1.7.2019.

DOI: 10.24141/1/5/2/6

Adresa za dopisivanje:

Ivana Crnković
A: Zdravstveno veleučilište Zagreb, Mlinarska cesta 38,
10000 Zagreb
E-mail: ivana.crnkovic@zvz.hr
T: +385 91 4595737

Uvod

Usprkos dokazima o zdravstvenim dobrobitima redovitog bavljenja tjelesnom aktivnošću, i dalje 61 % odraslih pojedinaca u dobi od 65 godina ili višoj ne udovoljava preporukama od minimalno 30 minuta tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta tijekom pet ili više dana u tjednu.¹ Brojnost starije populacije se povećava, kao i očekivana životna dob, stoga povećanje prevalencije provođenja tjelesne aktivnosti kod starijih pojedinaca može sniziti opterećenje javnog zdravstva, kao i sniziti rizik za stjecanje kroničnih bolesti, poput kardiovaskularnih bolesti i dijabetesa. Kako bismo odredili kako na najbolji način povećati tjelesnu aktivnost kod pojedinaca starije životne dobi, ključno je utvrditi njihove trenutne navike te je potrebno primijeniti preciznu i pouzdanu metodu procjene tjelesne aktivnosti putem koje se specifično cilja ova populacija. Postoje mnogi načini za procjenu tjelesne aktivnosti, što uključuje direktnu opservaciju, akcelerometriju, indirektnu kalorimetriju (IC) i uporabu vode obilježene stabilnim izotopima vodika i kisika (DLW). Navedene metode nije uvijek moguće praktično provesti ili nisu učinkovite sa stanovišta troškova za potrebe velikog uzorka u ispitivanju. Preferirana metoda procjene tjelesne aktivnosti često su upitnici o tjelesnoj aktivnosti zbog njihove niske cijene. Ipak, relativno je malo instrumenata bilo specifično primijenjeno za potrebu evaluacije starije populacije i nije jasno koja je metoda najtočnija za uporabu.²⁻⁶ Stoga je i svrha ovog rada kroz pregled literature opisati dobrobiti i nedostatke izabranih metoda procjene tjelesne aktivnosti osoba starije životne dobi.

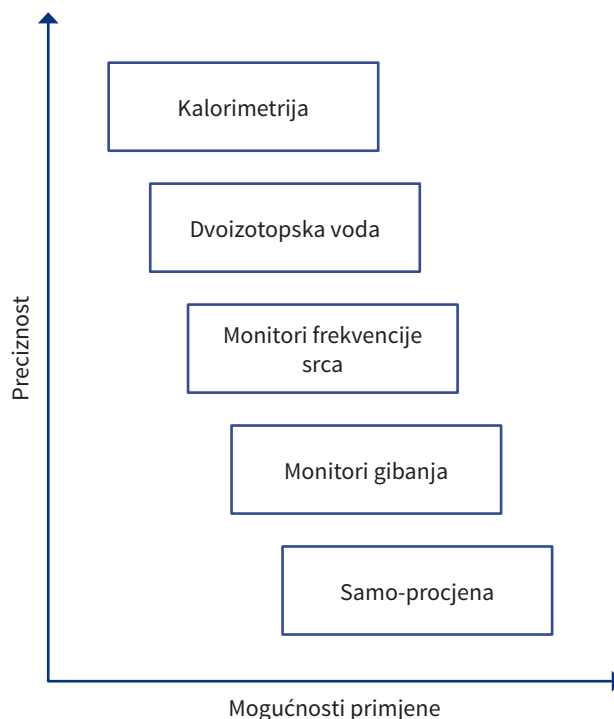
Mjerenje tjelesne aktivnosti

Odabir metode mjerenja tjelesne aktivnosti najviše ovisi o cilju istraživanja. Tako se tjelesna aktivnost može mjeriti zbog nekoliko glavnih ciljeva:

1. mjerenje tjelesne aktivnosti u cilju praćenja i nadgledanja razina tjelesne aktivnosti na razini pojedine populacije
2. mjerenje tjelesne aktivnosti u epidemiološkim istraživanjima koja se provode u cilju razumije-

vanja povezanosti između razine tjelesne aktivnosti i tjelesnog i mentalnog zdravlja

3. mjerenje tjelesne aktivnosti u cilju razumijevanja odrednica tjelesne aktivnosti unutar pojedinih skupina, tj. da bi se objasnili razlozi razlika između obrazaca tjelesne aktivnosti različitih skupina
4. mjerenje tjelesne aktivnosti u cilju utvrđivanja učinaka interventnih programa za unaprjeđenje zdravlja. Glavni je cilj metoda mjerenja tjelesne aktivnosti procjena energetske potrošnje koja je rezultat različitih tjelesnih aktivnosti. Metode mjerenja tjelesne aktivnosti uvjetno bi se mogle podijeliti na tri osnovne grupacije: laboratorijske metode, metode zasnovane na upotrebi elektroničkih sprava i instrumenata te anketne metode zasnovane na samoprocjeni tjelesne aktivnosti ispitanika (slika 1). Najpreciznijom metodom mjerenja kalorijske potrošnje smatra se kalorimetrija koja ima vrlo ograničenu upotrebu s obzirom na to da se provodi isključivo u laboratorijskim uvjetima. S druge strane, upitnici koji se temelje na samoprocjeni tjelesne aktivnosti, koji su primjenjivi na velikom broju ispitanika, smatraju se najmanje preciznom mjerom.⁷



Slika 1. **Mogućnosti primjene različitih metoda za mjerenje tjelesne aktivnosti**⁸

Procjena stanja uhranjenosti kod zaključivanja o tjelesnoj aktivnosti

Antropometrija kao istraživačka metoda mjeri dimenzije ljudskog tijela. Rezultati antropometrijskih mjerenja, najčešće podaci o visini i težini tijela, jednostavno se i brzo prikupljaju. Iz njih se izvodi indeks tjelesne mase i uspoređuje se s referentnim vrijednostima te se procjenjuje prosjek i odstupanje od njega. Usuglašeno je da se za referentne vrijednosti prihvate vrijednosti Svjetske zdravstvene organizacije kao internacionalne vrijednosti. Glavne su prednosti antropometrije nad drugim procjenama stanja uhranjenosti jednostavnost izvedbe, mogućnost ponavljanja i niski troškovi prikupljanja podataka.^{9,10} Indeks tjelesne mase najčešće je korišten medicinski pokazatelj kod zaključivanja o razini tjelesne aktivnosti kod svih dobnih skupina.

Procjena funkcionalne sposobnosti starijih osoba

Prije procjene tjelesne aktivnosti osoba starije životne dobi potrebno je provesti procjenu funkcionalnog statusa. Kod ocjene motoričkog statusa promatraju se razne aktivnosti dnevnoga života kao što su aktivnosti samozbrinjavanja (oblačenje, prehrana, osobna higijena), zbrinjavanje stolice i mokrenja, mobilnost (ponašanje unutar doma) i transferi (pojam koji se odnosi na osobe u invalidskim kolicima, a obuhvaća transfere između kolica i kreveta, kolica i WC-a, kolica i kade, kolica i automobila). Svaka od ovih funkcija ocjenjuje se numerički i, ovisno o ukupnom zbroju, dobiva se uvid u nivo onesposobljenosti. Pojedini funkcionalni indeksi mjere samo motoričko, a pojedini i motoričko i kognitivno funkcioniranje. Svrha funkcionalne je procjene objektivizirati mogućnosti odnosno ograničenja osobe pri izvođenju navedenih specifičnih aktivnosti.¹¹

Upitnici za procjenu razine tjelesne aktivnosti

Upitnici su popularna metoda procjene tjelesne aktivnosti zbog njihove jednostavne primjene i relativno niskih troškova. Dodatne prednosti upitnika pred drugim metodama uključuju mogućnost točnog zapisivanja trajanja, intenziteta ili vrste tjelesne aktivnosti, kao suprotnost ukupnom potrošku energije (TEE) tijekom analiziranog perioda.^{6,12} Ipak, zabilježeni su i nedostaci prilikom primjene upitnika o tjelesnim aktivnostima. Neki od navedenih uključuju i pogrešno tumačenje pitanja od strane sudionika i netočno prisjećanje trajanja ili intenziteta tjelesne aktivnosti, što rezultira nepravilnostima procjene. Upitnicima se također preciznije identificiraju aktivnosti visokog intenziteta nego aktivnosti lakog ili umjerenog intenziteta.¹²⁻¹⁴ Nekoliko je upitnika razvijeno specifično za procjenu kod starije populacije, poput upitnika PASE te procjena aktivnosti po metodi Yale (YPAS).^{13,15} Upitnici za procjenu tjelesne aktivnosti kod osoba starije životne dobi najčešće su kraće forme kako bi se povećala točnost, kao i više tipova aktivnosti u kojima sudjeluju stariji ispitanici poput pješaćenja, vrtlarenja i drugih jednostavnih aktivnosti te manje otvorenih pitanja.¹⁶

Upitnik PASE

Upitnik PASE (Physical Activity Scale For The Elderly) osmislili su Washburn i suradnici na temelju pregleda više od 40 objavljenih publikacija, kao i dobivenih rezultata pokusnog upitnika. Prvi nacrt upitnika je bio koncipiran prema informacijama prikupljenima iz istraživanih publikacija, određivanjem koje su informacije podrijetlom iz svake od traženih kategorija bile najrelevantnije za starije ispitanike. PASE je bio razvijen u formi kratkog upitnika s 10 pitanja putem kojeg se procijenila tjelesna aktivnost ispitanika tijekom proteklog tjedna. Upitnik nije uključivao pitanja samo o djelatnostima u kućanstvu i aktivnostima koje je ispitanik provodio u slobodno vrijeme, već i o životnim situacijama poput kvalitete spavanja i određenih dana za provedbu aktivnosti. Učestalost ovih aktivnosti klasificirana je kao „nikada”, „rijetko” (jedan do dva dana tjedno), „često” (tri

do četiri dana u tjednu) i „većinom” (pet do sedam dana u tjednu). Trajanje je također kvalificirano kao ono manje od jednog sata dnevno, trajanje aktivnosti između jednog i dva sata, između dva i četiri sata i više od četiri sata tjedno. Konačni rezultat PASE aktivnosti se određuje multiplikacijom vremena koje je ispitanik posvetio svakoj od aktivnosti (sati tjedno).^{6,13}

Istraživanje tjelesne aktivnosti po metodi Yale (YPAS)

Upitnik YPAS temelji se na intervjuu s ispitanikom i sastoji se od 36 pitanja koja obuhvaćaju tjelesnu aktivnost ispitanika. Razvijen je krajem 1980-ih godina. Kako bi autori razvili ovaj upitnik ispitano je 222 sudionika iz urbanih i suburbanih centara za stariju populaciju, kao i korisnika domova za starije. Sudionici su bili podrijetlom iz različitih socioekonomskih zajednica i pristali su sudjelovati u otvorenom intervjuu. Ovaj intervju obuhvaćao je pitanja povezana s tipovima aktivnosti s kojima se starija populacija najčešće susreće, kao i razlozima za sudjelovanje ili nesudjelovanje u ovim aktivnostima. Ove se informacije zatim upotrebljavaju za oblikovanje YPAS-a. Upitnikom se procjenjuje obrazac tjelesne aktivnosti „tipičnog tjedna” tijekom proteklog mjeseca. Ovaj upitnik ima dvije glavne sekcije pri čemu je tabulirano osam bodova. Prvi odlomak upitnika sadrži listu provjere i sadrži pitanja o radnim aktivnostima, vježbanju i rekreativnim aktivnostima. Ovim se procjenjuje vrijeme provedeno u srodnim aktivnostima, pri čemu se sudjelovanje u određenoj aktivnosti izražava kao broj sati tjedno. Drugi odlomak upitnika sadrži kategoričke odgovore putem kojih se procjenjuje sudjelovanje ispitanika u različitim tipovima tjelesne aktivnosti, što uključuje aktivnost visokog intenziteta, aktivnosti niskog intenziteta, šetnju i općenito kretanje tijela. Ovdje je moguće izračunati tri glavna indikatora, koji uključuju ukupno vrijeme (sati tjedno), potrošak energije (kcal tjedno) i opseg aktivnosti. Pri proračunu ukupnog vremena vrijeme za svaku aktivnost na popisu provjere sumira se u odnosu na cjelokupnu aktivnost. Kako bi se izračunao utrošak energije, vrijeme za svaki popis množi se s intenzitetom koda i zatim se pribraja ukupnoj vrijednosti izraženoj u kcal tjedno. Konačno, određuje se indeks dimenzije aktivnosti kombinacijom

rezultata dobivenih od pet različitih aktivnosti, uključujući sportske aktivnosti, šetnju, hodanje, kretanje, stajanje i sjedenje. Dobiveni rezultati za svaku od navedenih aktivnosti izračunavaju se sumiranjem trajanja svake od aktivnosti uzimajući pritom trajanje pomnoženo s učestalošću dobivenih rezultata. Ovaj se iznos zatim množi s faktorom težine, koji je ovisan o intenzitetu provedene aktivnosti.^{6,17}

Upitnik PAR

Ponovno pozivanje na proteklu sedmodnevnu tjelesnu aktivnost (PAR) upitnik je koji je namijenjen procjeni opće populacije. Upitnik ispituje 14 stavki pri čemu se poziva pojedinca da se prisjeti vremena provedenog u obavljanju tjelesne aktivnosti tijekom proteklog tjedna, s minimalnim trajanjem aktivnosti od 10 minuta; spavanje (1 MET), kao i provođenje tjelesne aktivnosti umjerenog intenziteta (4 METS), tjelesne aktivnosti visokog intenziteta (6 ili 10 METS). Vrijeme provedeno u provođenju tjelesne aktivnosti niskog intenziteta (1,5 METS) izračunava se kao [24 sata – (vrijeme utrošeno na spavanje + METS)]. Ukupna dnevna potrošnja energije (TEE) procjenjuje se kao suma vremena (minuta dnevno) provedenog u svakoj od kategorija tjelesne aktivnosti multipliciranim putem MET vrijednosti pridruženih svakoj kategoriji tjelesne aktivnosti, kao i tjelesnoj masi sudionika u kg. Preciznost PAR-a obično se uspoređuje s metodom DLW, s kojom je pokazao umjerenu do visoku korelaciju u rezultatima.^{6,18}

Laboratorijske metode

Laboratorijske metode mjerenja mjere ukupnu energetsku potrošnju s pomoću koje se izračunava energetska potrošnja u tjelesnim aktivnostima. Najtočnija je metoda za ovu vrstu mjerenja kalorimetrija kojom se u zatvorenoj sobi mjeri toplina koju proizvodi tijelo. No zbog specifičnih uvjeta metoda se vrlo rijetko primjenjuje. Indirektna kalorimetrija metoda je koja preko potrošnje kisika i proizvodnje CO₂ u organizmu mjeri potrošnju

energije, a upotrebljava se već desetljećima. U novije vrijeme postoje prijenosni sustavi koji omogućuju mjerenje potrošnje kisika u tjelesnim aktivnostima i izvan laboratorija. Ograničavajući je čimbenik visoka cijena te se uglavnom upotrebljavaju kao kriterij za validaciju upitnika tjelesne aktivnosti koji su primjenjivi na velikom broju ispitanika.¹⁹

Monitori frekvencije srca

Monitori frekvencije srca omogućuju procjenu energetske potrošnje na osnovi broja otkucaja srca. U laboratoriju se ispitanicima odredi individualna kalibracijska krivulja koja se upotrebljava za pretvaranje broja otkucaja srca u primitak kisika ili vrijednost energetske potrošnje tijekom tjelesne aktivnosti. Nedostatak su ove metode ograničenja koja pružaju svi unutarnji i vanjski faktori koji mogu utjecati na promjenu u brzini rada srca. To su primjerice različita emocionalna stanja ispitanika, umor te različita razina funkcionalne sposobnosti ispitanika.^{19, 20} Kod osoba starije životne dobi rijetko se primjenjuje.

Pedometar

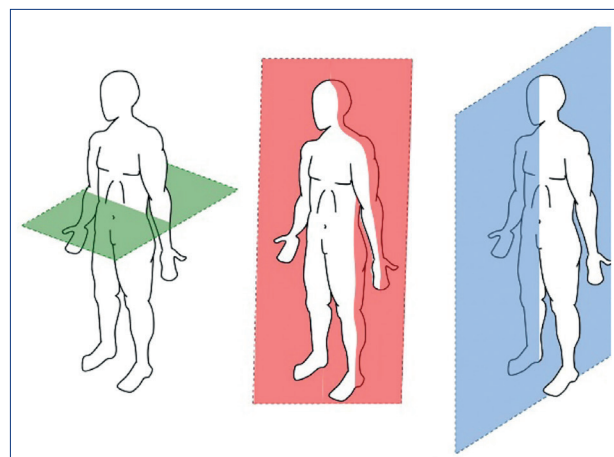
Pedometar je uređaj za brojanje koraka, može biti mehanički i digitalni. Digitalni se pedometar sve češće upotrebljava zbog boljih mjernih karakteristika, a nedostatak je ovoga uređaja što ne daje informaciju o intenzitetu kojim se provodi aktivnost te što se mjerenje aktivnosti odvija samo kroz hodanje i trčanje.²⁰ Pedometar mjeri kretanje u vertikalnoj ravnini, obično se stavlja na desni bok ispitanika, a broj izmjerenih koraka može se iščitati izravno s uređaja. To mu daje prednost nad akcelerometrom s kojega se podaci nešto drugačije tumače, a osim toga cijena mu je znatno niža. Postoje dokazi iz prakse da pedometar daje dobru procjenu pri mjerenju tjelesne aktivnosti djece predškolske dobi. Nošenje uređaja ne predstavlja teret za ispitanika, no događa se da ga djeca pokušaju resetirati ili otvoriti (Pate, R. i sur, 2010).¹⁹⁻²¹

Direktna opservacija

Direktna opservacija metoda je izravnog promatranja pri kojoj promatrač bilježi ponašanje ispitanika tijekom unaprijed određenog vremena. Ova metoda pruža mnogo informacija o tjelesnoj aktivnosti, uključujući vrstu aktivnosti, trajanje, intenzitet te okruženje u kojemu se aktivnost odvija. Metoda direktne opservacije ima određene prednosti u odnosu na druge metode mjerenja tjelesne aktivnosti. To su mogućnost procjene tipa tjelesne aktivnosti, mjerenja intenziteta i određivanje društvenih i okolnih čimbenika koji utječu na tjelesnu aktivnost. Glavni su nedostaci ove metode dugo trajanje i obuka promatrača.^{19, 21}

Monitoring uz pomoć akcelerometra

Akcelerometri predstavljaju sve popularniju metodu za procjenu tjelesne aktivnosti. Na tržištu postoje senzori kretanja putem kojih se bilježi akceleracija ili deceleracija s pomoću piezoelektričnog senzora. Monitoring je podložniji prilikom detektiranja kretanja u nekim ravninama kretanja tijela (npr. vertikalno, anteroposteriorno, lateralno) nego drugi uređaji (slika 2). Stoga su monitori poznati kao unaksijalni, biaksijalni ili triaksijalni, što se temelji na broju ravnina koje su najosjetljivije za



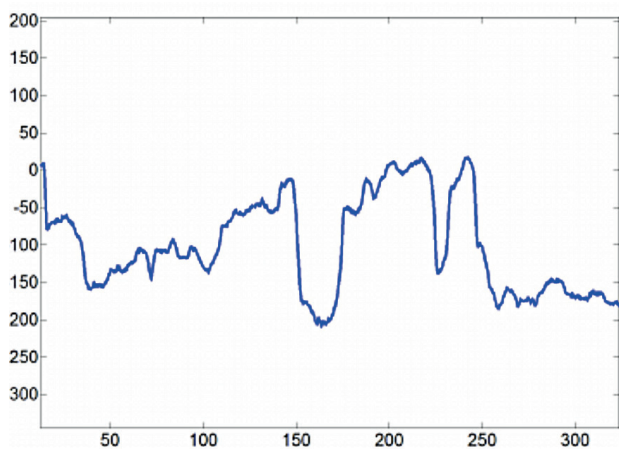
Slika 2. Ravnine tijela²²

detekciju kretanja.²³ Akcelerometri se obično nose u razini kukova, međutim moguće ih je nositi i na drugim dijelovima tijela, poput gležnja ili ručnog zgloba. Obično mogu pohraniti velike količine podataka, najčešće tijekom perioda od nekoliko dana ili nekoliko tjedana (slika 3). Istraživač s lako može pohraniti podatke na kraju istraživanog perioda. Na temelju dobivenih podataka istraživači mogu pratiti objektivne obrasce aktivnosti tijekom svakog dana u vremenskom intervalu kraćem od 30 sekundi ili u intervalima od jedne minute, kao i opći obrazac tijekom perioda kada je monitor nošen.^{6,25}

Postoji nekoliko prednosti upotrebe akcelerometara u istraživanjima: rukovanje je jednostavno, malih su dimenzija, nisu invazivni, mogu pohraniti veliku količinu podataka i mogu pružiti objektivno izvješće o ukupnoj količini kretanja. Ipak, nedostatak je akcelerometra njegova nemogućnost preciznog bilježenja različitih tipova tjelesnih aktivnosti, poput hodanja po zakošenoj površini, nošenja tereta tijekom hodanja i stacionarne vožnje bicikla. Obrazac akceleracije za hodanje po nagnutoj površini i nošenje tereta ne razlikuje se od normalnog hodanja, dok se stacionarnom vožnjom bicikla pruža malo ili nikakve akceleracije pri položaju kukova, gdje je pričvršćena većina akcelerometara. Stoga se ove aktivnosti ne bilježe kao različite od hodanja ili neaktivnosti. Dok akcelerometri obično podcjenjuju hodanje na zakošenoj površini, navedeno ne može biti ozbiljno ograničenje jer odstupanja nagiba nisu toliko važna koliko varijacije u trajanju aktivnosti, intenzitetu i brzini, što čini glavninu odstupanja prilikom dnevne tjelesne aktivnosti. Pri procijenjenom hodanju uz kosinu triaksijalni akcelerometar nije bolji od uniaksijalnog akcelerometra. Navedeno upućuje kako triaksijalni akcelero-

metar možda neće poboljšati procjene utroška energije (EE) u usporedbi s uniaksijalnim akcelerometrom.²⁵⁻²⁷

Drugim istraživanjima ispitivao se položaj akcelerometra na tijelu ispitanika kao potencijalni izvor pogreške. Istraživači su ispitali poziciju akcelerometra na tijelu ispitanika, uključujući pozicije na gležnju, ručnom zglobu, struku, kao i kombinaciju navedenih lokacija, kako bi ispitali optimalno postavljanje ovih monitora. Na primjer, tijekom jednog istraživanja ispitivalo se postavljanje kao i orijentacija akcelerometara tijekom hodanja ispitanika u svrhu procjene EE-a. Istraživači su proveli cjelovitu mehaničku analizu postavljanja i orijentacije dvaju akcelerometara kod dvoje sudionika. Mjerenja su provedena pozicioniranjem akcelerometra na donjoj strani trupa sudionika primjenom triaksijalnog modela akcelerometra (ICSensors 3031-010) koji se sastojao od tri odvojena uniaksijalna akcelerometra koji su mjerili podatke prilikom kretanja sagitalnom, transversalnom i vertikalnom osi. Sudionici su hodali na traci za trčanje pri 3, 4, 5, 6 i 7 km/h tijekom pojedinačnog trajanja od po tri minute. Tijekom etapa ispitivanja praćena je potrošnja kisika kao i proizvodnja CO₂ kako bi se predvidjelo EE. Akcelerometri su bili postavljeni na donji dio leđa ispitanika pri čemu su monitori bili usklađeni s nekoliko ravnina kretanja. Istraživači su također procijenili integral modusa tjelesne akceleracije (IMA), pri čemu je linearni međuodnos prethodno utvrđen prilikom predviđanja EE-a. Utvrđena je visoka korelacija između IMA-a i vrijednosti EE-a (0,96 za sumirani IMA mjerenjem pravaca kretanja). Združeni rezultati dobiveni ovim istraživanjem dovode istraživače do zaključka da se pozicioniranjem monitora ne može predvidjeti EE. Preferirano mjesto postavljanja obično je područje kukova. Ova pozicija pokazala se udobnijom za sudionika, manje je nametljiva i bolje je prilagođena za potrebu mjerenja dnevnih aktivnosti. Tijekom dužih nadziranih perioda pozicioniranje monitora i pitanje sukladnosti mogu predstavljati problem u nadziranju. Postoje i druga ograničenja u primjeni akcelerometra. Dok je akcelerometar pokazao prednosti u laboratorijskim i terenskim uvjetima, početni troškovi ovih monitora mogu ih isključiti iz primjene u istraživanjima s velikim brojem ispitanika. Akcelerometri također ne mogu bilježiti fizičke aktivnosti u vodenom mediju. Također, postoje izvjesni problemi prilikom razlikovanja kraćih perioda sjedećih aktivnosti, kao i neusklađenosti s nošenjem monitora, jer će se dobiti mali broj rezultata ili nulti broj mjerenja. Neki su monitori dovoljno osjetljivi da akumuliraju mali broj aktivnosti čak i dok je ispitanik u sjedećem položaju. Svaki akcelerometar ima vla-



Slika 3. Prikaz signala iz akcelerometra za vrijeme hodanja²⁴

stitu mjernu jedinicu, što ih čini privlačnim izborom za usporedbu EE-a pri upotrebi različitih tipova monitora. Također, EE se ne procjenjuje direktno, nego ga je moguće procijeniti samo kada se broj mjerenja monitora upotrebljava kao jednadžba koja je razvijena tijekom istraživanja.^{6, 25-29}

Akcelerometar GT1M

GT1M (Actigraph LLC) koji se prethodno koristio kao uniaksijalni akcelerometar, poznat kao CSA i MTI se sada naziva dvostrukim akcelerometrom (slika 4). Ovaj je model jedan od najkorištenijih i najdostupnijih akcelerometara na tržištu. Ovaj uređaj mjeri i bilježi tjelesnu aktivnost i korake, što je kasnije moguće uporabiti kako bi se odredila razina tjelesne aktivnosti, kao i procijenio utrošak energije (EE). Akcelerometar GT1M može zabilježiti aktivnosti u periodima od jedne sekunde do nekoliko minuta. Upotrebom vremenskog okvira u trajanju od jedne minute može pohraniti podatke za period od 378 dana. Dobrobiti ove inačice pred prijašnjim inačicama akcelerometra isključuju potrebu za kalibracijom, punjivu bateriju, kao i promjene u hardveru i softveru.^{6, 31} Starije su inačice CSA i MTI među najkorištenijim i najpriznatijim monitorima tjelesne aktivnosti. Prilikom jedne metaanalize istraživala se procjena CSA-a ili MTI-ja, osim motrenja drugih aktivnosti, uz DLW.³² Istraživanja su u metaanalizu uključila žene, djecu, adolescente, Šveđane, Škote, obojenu i hispansku populaciju, s ukupno 464 sudionika. Drugi uniaksijalni akcelerometri evaluiraju i uključuju Lifecorder i Caltrac; biaksijalni akcelerometri uključuju Actiwatch, a triak-

sijalni akcelerometri uključuju Tritrac R3D i Tracmore. Od uniaksijalnih akcelerometara koji su bili uključeni u istraživanje CSA/MTI bio je jedini uređaj koji je pokazao signifikantnu korelaciju s utroškom energije deriviranu iz podataka dobivenih iz DLW-a ($R = 0,30 - 0,96$). Tracmor je pokazao najbolje rezultate ($R = 0,63 - 0,91$), međutim nije dostupan za komercijalnu uporabu. Rezultati ovog istraživanja bili su sukladni prethodnom istraživanju kada su se ispitivali CSA/MTI u usporedbi s uređajima Biotrainer Pro, Tritrac-R3D i Actical kod sudionika studentske dobi. Sudionici ovog istraživanja sudjelovali su hodaњem na pokretnoj traci brzinom od 3 km/h tijekom pet minuta za svako od mjerenja. Rezultati su pokazali da CTI/MTI imaju najmanju varijabilnost diljem jedinica za monitoring i pojedinačnih ispitivanja, kao i najveću cjelokupnu pouzdanost ($ICC > 0,80$).^{6, 29}

Drugim istraživanjem ispitivala se mogućnost akcelerometra GT1M, kao i prilikom nekoliko drugih praćenja tjelesnih aktivnosti, kako bi se procijenilo vrijeme prilikom umjerene i intenzivne tjelesne aktivnosti (MVPA) u usporedbi s indirektnom provedenom kalorimetrijom.³³ Ukupno je 20 sudionika nosilo monitore tijekom 120 minuta sudjelovanja u tjelesnoj aktivnosti različitog intenziteta vježbanja. Rezultati pokazuju kako se putem uređaja GT1M precijenilo vrijeme provedeno u MVPA-u za 2,5 % ($p = 0,007$), međutim podcijenila se MVPA i cjelokupna potrošnja energije. Dok su se u nekoliko drugih istraživanja upotrebljavale starije inačice GR1M, svega su u nekoliko istraživanja upotrijebljene nove inačice, koje su u prodaji od 2005. Tijekom jednog istraživanja uspoređene su performanse dviju prethodnih generacija akcelerometara – aktigrafa, uključujući modele 7164 ($n = 13$) i 71256 ($n = 12$) s novijim inačicama uređaja GT1M ($n = 12$). Kretanja ispitivanih subjekata u ovom istraživanju bila su simulirana orbitrekom putem kojeg su se polučile akceleracije slične ljudskom hodaњu ili laganom trčanju. Evaluirano je pet različitih pokreta tijela putem kojih se pomoglo simulirati različite posture prilikom hodaњa / laganog trčanja na orbitreku pri stalnoj frekvenciji (150 okretaja u minuti). Navedeno ispitivanje bilo je slično evaluaciji različitih subjekata koji su hodali različitim ritmom uz različite dužine koraka. Trajanje je bilo postavljeno na jednu minutu i vrijednosti su mjerene tijekom svakih šest minuta, uz najmanje tri minute odmora između različitih vrijednosti radijusa kretanja. Drugim se ispitivanjem odredio opseg praćenja (monitoringa). Provedeno je uz vrijednost fiksnog radijusa i ispitano je pri 21 različitoj frekvenciji u opsegu od 25 do 250 okretaja u minuti. Iako je granična vrijednost navedena za ove akcelerometre približno



Slika 4. Akcelerometar GT1M³⁰

150 okretaja u minuti (2,5 Hz), 250 okretaja u minuti (približno 4 Hz) i dalje potpada u mogućnosti ljudskog kretanja. Donje ograničenje diktirano je ograničenjem uređaja. Rezultati dobiveni ovim istraživanjem pokazali su kako sve generacije monitora aktigraf imaju brojače koji su korelirani s radijusom pri frekvenciji od 150 okretaja u minuti (7164 $r^2 = 0,978$, 71256 $r^2 = 0,986$, GT1M $r^2 = 0,999$). Modeli 7164 i 71256 imali su slične nagibe krivulja ($P = 0,229$), međutim ove dvije vrijednosti bile su znatno različite nego kod uređaja GT1M ($P < 0,001$). Kod različitih brzina okretaja u minuti sva tri monitora pokazala su sličnu zakrivljenost. Ipak, svi su se monitori znatno razlikovali pri brzinama većima od 160 okretaja u minuti ($P < 0,017$).^{6, 34}

Procijenjen je i validitet akcelerometra GT1M prilikom procjene EE-a. Jedno od ovih istraživanja uključilo je 85 sudionika (u dobi od 18 do 70 godina, od čega je bilo 37 muškaraca i 48 žena) koji su noć proveli u sobi s kalorimetrom, dok su se putem tri različita akcelerometra (GT1M, Actical i RT3) prikupljale informacije o aktivnosti tijekom vremenskog intervala od jedne minute.³⁴ Sudionici su također bili zamoljeni da dovrše dvije strukturalno aktivne seanse, pri čemu su ujutro sudionici hodali ili lagano trčali, dok se poslijepodnevna seansa sastojala od sjedećih aktivnosti. Obje su aktivnosti provedene tijekom 10 minuta s najmanje 10 minuta stanke između aktivnosti seansi. Tijekom preostalog vremena u prostoriji s kalorimetrom od sudionika se zahtijevalo dovršenje njihovih cjelovitih dnevnih aktivnosti (približno 15 sati). Pri koncu istraživanja broj aktivnosti zatim se upotrijebio u izabranim jednadžbama regresije koje su bile osmišljene za svaki monitoring. Istraživanje akcelerometra GT1M provedeno je uz primjenu tri različite jednadžbe poznate kao AG1, AG2 i AG3. Sve tri jednadžbe preuzete su iz literature, dok je AG2 razvijena uz primjenu slobodnih aktivnosti ispitanika. Rezultati dobiveni iz ovog istraživanja pokazali su kako jednadžba AG2 nije predviđjela vrijeme koje su ispitanici proveli u sjedećim aktivnostima (1 – 1,5 MET) (0,0 % ukupno predviđenog vremena vs. 80 % stvarno utrošenog vremena), kao i što je precijenjeno vrijeme provedeno u tjelesnoj aktivnosti niskog intenziteta (1,5 – 3 MET) (87,8 % predviđenog vremena vs. 16,6 % stvarnog vremena). Jednadžba AG2 pokazala je veću tendenciju za postojanje pogreške. AG1 i AG3 najbolje su predviđjele vrijeme utrošeno u tjelesnoj aktivnosti umjerenog intenziteta. Uporaba jednadžbe AG1 bio je bolji izbor prilikom procjene vremena u tjelesnoj aktivnosti umjerenog intenziteta (1,5 % predviđenog vremena vs. 2,1 % stvarnog vremena), kao i tjelesnoj aktivnosti visokog intenziteta (2,3 % predvi-

đene vrijednosti vs. 1,5 % stvarne). Jednadžba AG3 ne pokazuje razlike prilikom ostvarene razine tjelesne aktivnosti zbog kriterija mjerenja (1,35 predviđenog vs. 1,4 stvarnog ostvarenja). Autori savjetuju kako čak i ako neke tjelesne aktivnosti djeluju poželjnije nego druge, možda neće biti praktično primjenjive za okruženje sudionika tijekom njegova slobodnog vremena. Jednadžbe predmnijevaju kako su različiti tipovi podjednako zastupljeni u životnom okolišu sudionika.^{6, 35-37}

Abel i suradnici procjenjivali su GT1M akcelerometar tijekom hodanja i trčanja.³⁸ Ispitanici, 10 žena i 10 muškaraca, sudjelovali su u 10-minutnoj šetnji tijekom kojih su dvoje promatrača brojili načinjene korake, uz primjenu metode indirektno kalorimetrije. Procijenili su šest različitih brzina na traci za trčanje, u opsegu od 54 do 188 metara u minuti. Pri najmanjoj brzini GT1M je obuhvaćao 64 % $\pm$ 15 % koraka. Pri svim preostalim brzinama koraćanja na traci za trčanje GT1M je podcijenio brojnost koraka za manje od 3 %. Za procjenu utroška energije brojenjem koraka kod akcelerometra GT1M primijenjena je Freedsonova jednadžba.³⁵ Utvrđeno je, kada su rezultati uspoređeni s indirektnom kalorimetrijom, kako je jednadžba dala najtočnije procjene o ukupnom utrošku energije pri umjerenim do većim brzinama hodanja, kao i prilikom tempa laganog trčanja. U cijelosti, GT1M je jedan od najvrjednijih i najpouzdanijih komercijalno dostupnih akcelerometara s dvostrukom osi. Starije inačice akcelerometra GT1M proizvele su vrijednosti utroška energije koje su znatno korelirale s vrijednostima dobivenima od DLW-a. Konačno, GT1M je pokazao niža intermonitorna odstupanja ($< 1\%$) nego prethodne inačice (3 do 5 %). Zbog navedenih razloga izgledno je kako je akcelerometar GT1M onaj koji najbolje odgovara trenutačnoj uporabi.^{6, 35-38}

SenseWear Pro Armband 3

SenseWear Pro 3 (u obliku trake za ruku) (SP3) je monitor za praćenje aktivnosti putem kojeg se ne procjenjuje samo ukupan potrošak energije, već se i procjenjuju obrasci aktivnosti tijekom dana, intenzitet, učestalost i trajanje tjelesne aktivnosti (slika 5). Model SP3 je traka za ruku male mase projektirana za nošenje na desnoj nadlaktici. Monitor bežičnim putem prepoznaje i procjenjuje temperaturu kože, fluks topline, galvanski ot-

Slika 5. SenseWear Pro Armband 3³⁹

por kože te kretanje s pomoću akcelometra s tri osi. Visina, tjelesna masa i dob ispitivanog subjekta također se uzimaju u analizu prilikom računanja, uz primjenu algoritma SP3.⁴⁰ Provedeno je i nekoliko istraživanja kako bi se SP3 usporedio s DLW-om, kao i primjenom indirektno kalorimetrije u nekoliko ispitivanih populacija. Mignault i suradnici evaluirali su SP3 u odnosu na DLW kod šest pacijenata s dijabetesom tipa 2 u slobodnim uvjetima kretanja.⁴¹ Sudionici su nosili traku za ruku deset dana tijekom kojih je procijenjen utrošak energije putem DLW-a. Rezultati nisu pokazali znatne razlike, pri čemu je srednja dnevna potrošnja energije (DEE) kod uređaja SP3 iznosila pri 2237 + 568 kcal dnevno i DLW kod 2315 + 625 kcal dnevno. Korelacijom između uređaja SP3 i DLW postiže se $r = 0,97$ ($P < 0,001$). St-Ogne i suradnici također su evaluirali SP3 u odnosu na DLW kod 45 pojedinaca u dobi od 20 do 78 godina s normalnim životnim navikama.⁴² Metabolička stopa u stanju mirovanja (RMR) procijenjena je primjenom indirektno kalorimetrije, kao i termičkog učinka hrane, koji je procijenjen na 10 % DEE-a. Utrošak energije tjelesnom aktivnošću procijenjen je odbijanjem RMR-a i termičkog učinka hrane od procjene DEE-a. Rezultati su pokazali kako je srednja vrijednost DEE-a podcjenjivanjem kod uređaja SP3 iznosila 117 kcal dnevno (2375 + 366 kcal dnevno, $P < 0,01$); međutim, ova pogreška bila je u skladu s interklasnom korelacijom (ICC) od 0,81.^{6, 40-42}

U istraživanjima se procjenjivala i validnost testa SP3 prilikom stanja mirovanja. Malavolti i suradnici istraživali su 99 ispitanika (u dobi od 39 + 15 godina) prilikom stanja mirovanja primjenom uređaja SP3 u usporedbi s indirektnom kalorimetrijom. Sudionicima se mjerio utrošak energije u stanju mirovanja (REE) ujutro, nakon najmanje 12 sati suzdržavanja od hrane, kao i organizirane tjelesne aktivnosti tijekom najmanje 24 sata. Kako bi se procijenio REE, sudionici su morali mirno ležati u izolira-

noj prostoriji tijekom 30 do 40 minuta dok su nosili SP3, pri čemu je VO₂ procijenjen metodom indirektno kalorimetrije. Procjene REE-a uređajem SP3 (1540 + 280 kcal dnevno) nisu bile znatno drugačije od procjena dobivenih direktnom kalorimetrijom (1700 + 330 kcal dnevno) i rezultati su bili u znatnoj korelaciji ($r = 0,86$, $P < 0,0001$).⁴³ Cereda i suradnici također su istraživali mogućnost uređaja SP3 za procjenu REE-a u usporedbi s direktnom kalorimetrijom kod pacijenata s karcinomom.⁴⁴ U ovom je istraživanju sudjelovalo deset pacijenata (u dobi od 56,6 + 13,3 godina). REE je procijenjen nultog, sedmog i četrnaestog dana, kao i na kraju liječenja. Procjene REE-a obavljene su tijekom jutra nakon 12-satnog posta. Tijekom procjene REE-a sudionici su se odmarali u ležećem položaju 45 minuta. Nisu postojale znatne razlike između procjena REE-a uređajem SP3 (1705 + 278 kcal dnevno) i indirektno procjene kalorimetrijom (1645 + 282 kcal dnevno). Korelacije između dvije metode primijenjene u ovom istraživanju također su bile visoke ($r = 0,84$). SP3 može biti manje prikladan za procjenu vježbanja. Kada su Fruin i Rankin evaluirali SP3 u usporedbi s metodom mjerenja indirektno kalorimetrije kod 13 aerobno netreniranih pojedinaca, za SP3 je utvrđeno kako precjenjuje utrošak energije (EE) prilikom hodanja pri 4 km/h za 14 % i pri 6,4 km/h za 38 %.⁴⁵ Prilikom hodanja na 5-postotnom usponu EE se podcjenjuje za 22 %. Nisu utvrđene znatne promjene prilikom mjerenja utroška energije tijekom odmaranja izmjerene direktnom kalorimetrijom u usporedbi s procjenama uređajem SP3, dobiveni rezultati bili su visoko korelirani ($r = 0,76$). Metoda SP3 bila je ispitivana i kod pretilih pojedinaca. Ovo je istraživanje obuhvatilo 142 pretila pojedinca (BMI = 42,3 + 7,0), kao i 25 vitkih i nekoliko pojedinaca veće tjelesne mase (BMI = 25,3 + 3,2).⁴⁶ Kod svih sudionika REE je procijenjen ujutro poslije 12-satnog posta uređajem SP3 u usporedbi s indirektnom metodom kalorimetrije. 29 pretilih ispitanika također je sudjelovalo u protokolima vježbanja. Protokol vježbanja uključio je cikloergometriju, hodanje uz stube i šetnju. Utvrđeno je da se putem uređaja SP3 podcijenio REE u usporedbi s indirektnom kalorimetrijom (1811 + 346 kcal dnevno vs. 1880 + 382 kcal dnevno), međutim ove su vrijednosti znatno precijenile EE kod pretilih pojedinaca tijekom vježbanja. Precjenjivanje za cikloergometriju iznosilo je 19 %, hodanje uz stube 31 % i šetnju 31 %. Ako promotrimo sve objedinjene rezultate dobivene ovim istraživanjima, izgledno je kako je metoda SP3 precizna za potrebu procjene potrošnje energije. Utvrđeno je nekoliko prednosti metode SP3 pred DLW-om kao kriterija mjerenja prilikom istraživanja. Ova tehnika nije invazivna; podatke je lako analizirati uz uporabu odgovarajućeg programa kojim rukuje istraživač.^{6, 43-46}

Zaključak

S trendom rasta starije populacije, kao i očekivanoga dužeg životnog vijeka, pojavio se interes za razvoj metode praćenja i mjerenja tjelesne aktivnosti osoba starije životne dobi. Kako bi se umanjio broj starijih osoba koje nisu aktivna, važno je kvantificirati tipove tjelesne aktivnosti u kojima sudjeluju, što uključuje procjenu tipa, intenziteta, trajanja i učestalosti provođenja takvih aktivnosti. Također je važno pravilno i pouzdano procijeniti tjelesnu aktivnost u cilju boljeg razumijevanja međusobnog odnosa između tjelesne aktivnosti i zdravlja. Izbor najefikasnije metode za procjenu tjelesne aktivnosti ove dobne skupine i dalje ima istraživač koji odabirom metode mora udovoljiti kriterijima preciznosti i ekonomičnosti mjerenja, a sve u cilju izrade strategija za unapređenje razine tjelesne aktivnosti kod pojedina starije životne dobi.

Referencije

- Centers for Disease Control Behavioral Risk Factor Surveillance System; Prevalence for Data: Physical Activity, Nationwide. 2007. Dostupno na: <http://apps.nccd.cdc.gov/brfss/age.asp?yr=2007&state=US&qkey=4418&grp=0>
- Hetzel L, Smith A. The 65 years and over population: 2000. U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration U.S. Census Bureau. 2001. Dostupno na: <http://www.census.gov/prod/2001pubs/c2kbr01-10.pdf>
- Arias E. National and vital statistics report, United States life tables 2004. 2007. Dostupno na: http://www.cdc.gov/nchs/data/nvsr/nvsr56/nvsr56_09.pdf
- Oguma Y, Shinoda-Tagawa T. Physical activity decreases cardiovascular disease risk in women: Review and meta-analysis. *American Journal of Preventative Medicine*. 2004; 26: 407–418.
- Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *New England Journal of Medicine*. 2002; 346: 393–403.
- Campbell CM. Methods of physical activity assessment in older adults. Iowa State University Capstones, Theses and Dissertations, Iowa State University. 2012.
- Jurakić D, Andrijašević M. Mjerenje tjelesne aktivnosti kao sastavnica izrade strategija za unapređenje zdravlja. 17. ljetna škola kineziologa Republike Hrvatske, Hrvatski kineziološki savez. 2008.
- Ekleund U. Methods to measure physical activity. 2004. Dostupno na: http://www.dasfas.dk/2004/Ulf_Ekelund_Symposium_300804.pdf
- Stropnik N. Linija siromaštva – osnovni koncepti, Revija za socijalnu politiku, Zagreb. 1994; I (1).
- Ujević D, Grilec Kauri A. Antropometrija kao komplementarna mjera životnog standarda. *Poslovna Izvrsnost Zagreb*. 2013; VII, 2.
- Savanović D. Procjena oporavka aktivnosti dnevnoga života u bolesnika oboljelih od akutnog moždanog udara tijekom stacionarne rehabilitacije. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet Osijek. 2018.
- Welk GJ. Physical activity assessments for health-related research. Human Kinetics Publishers, Inc. 2002.
- Washburn RA, Smith KW, Jette AM, Janney CA. The physical activity scale for the elderly (PASE): Development and evaluation. *Journal of Clinical Epidemiology*. 1993; 46: 153–162.
- Bonnefoy M, Normand S, Pachiadi C, Lacour JR, Laville M, Kostka T. Simultaneous validation of ten physical activity questionnaires in older men: A doubly labeled water study. *Journal of the American Geriatric Society*. 2001; 49: 28–35.
- Richardson MT, Ochoa P, Wang MQ. Accuracy and repeatability of the Yale physical activity survey in assessing physical activity of older adults. *Perceptual&Motor Skills*. 2001; 93: 163–177.
- Washburn RA, Jette AM, Janney CA. Using age-neutral physical activity questionnaires in research with the elderly. *Journal of Aging & Health*. 1990; 2: 341–356.
- DiPietro L, Caspersen CJ, Ostfeld AM, Nadel ER. A survey for assessing physical activity among older adults. *Medicine&Science in Sports&Exercise*. 1993; 25: 628–642.
- Sallis JF, Haskell WL, Wood PD, Fortmann SP, Rogers T, Blair SM, Paffenbarger RS. Physical activity assessment methodology in the five city project. *American Journal of Epidemiology*. 1985; 121: 91–106.
- Paradžiković M. Povezanost razine tjelesne aktivnosti i razvijenosti motoričkih vještina učenika 4. razreda osnovne škole. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti. 2016.
- Jurakić D, Andrijašević M. Mjerenje tjelesne aktivnosti kao sastavnica izrade strategija za unapređenje zdravlja. U: Findak V (ur.) *Zbornik radova 17. ljetne škole kineziologa Republike Hrvatske: Stanje i perspektiva razvoja u područjima edukacije, sporta, sportske rekreacije i kineziterapije*. Hrvatski kineziološki savez, Poreč, 2008: 296–303.
- Pate RR, O'Neill JR, Mitchell J. Measurement of Physical Activity in Preschool Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2010; 42(3): 508–512.

22. Račić I. Tri ravnine ljudskog tijela. 2018. Dostupno na: <https://crossfitboxv.com/treneri-pisu/25/tri-ravnine-ljudskog-tijela>
23. Murphy SL. Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: Considerations for research design and conduct. *Preventative Medicine*. 2009; 28: 108–114.
24. Collin J, Lachapelle G. Indoor positioning system using accelerometry and high accuracy heading sensors. 2018. Dostupno na: https://www.researchgate.net/figure/Step-detection-from-accelerometer-signals_fig2_237830151
25. Welk GJ. Physical activity assessments for health-related research. Human Kinetics Publishers, Inc. 2002.
26. Montoye HJ, Washburn RA, Servais S, Ertl A, Webster JG, Nagle FJ. Estimation of energy expenditure by a portable accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1983; 15: 403–407.
27. Jakicic JM, Winters C, Lagally K, Ho J, Robertson RJ, Wing RR. The accuracy of the TriTrac-R3D accelerometer to estimate energy expenditure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1999; 31: 747–754.
28. Bouten CVC, Sauren AAHJ, Merduin M, Janssen JD. *Medical & Biological Engineering & Computing*. 1997; 35: 50–56.
29. Welk GJ, Schaben JA, Morrow Jr JR. Reliability of accelerometry-based activity monitors: a generalizability study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004; 36: 1637–1645.
30. Godfrey A, Conway R, Meagher DJ, ÓLaighin G. Direct measurement of human movement by accelerometry. 2009. Dostupno na: https://www.researchgate.net/figure/Anatomical-terms-used-to-describe-position-or-direction_fig15_23461269
31. Murphy SL. Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: Considerations for research design and conduct. *Preventative Medicine*. 2009; 28: 108–114.
32. Plasqui G, Westerterp KR. Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity (Silver Spring)*. 2007; Oct; 15(10): 2371–2379.
33. Bernstein S, Hageberg R, Aandstad A, Mowinckel P, Anderssen SA, Carlsen KH, Andersen LB. Validity of physical activity monitors in adults participating in free-living activities. *British Journal of Sports Medicine*. 2010; 44: 657–664.
34. Rothney MP, Apker GA, Song Y, Chen KY. Comparing the performance of three generations of ActiGraph Accelerometers. *Journal of Applied Physiology*. 2008; 105: 1091–1097.
35. Freedson PS, Melanson E, Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1998; 30: 777–781.
36. Hendelman D, Miller K, Baggett C, Debold E, Freedson P. Validity of accelerometry for the assessment of moderate intensity physical activity in the field. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2000; 32: 442–449.
37. Yngve A, Nilsson A, Sjostrom M, Ekelund U. Effect of monitor placement and of activity setting on the MTI accelerometer output. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003; 35: 320–326.
38. Abel MG, et al. Validation of the Kenz Lifecorder EX and ActiGraph GT1M accelerometers for walking and running in adults. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008; 33 (6): 1155–1164.
39. Andre D, et al. The Development of the SenseWear[®] armband, a Revolutionary Energy Assessment Device to Assess Physical Activity and Lifestyle. 2006. Dostupno na: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Development-of-the-SenseWear-%C2%AE-armband-%2C-a-to-Andre-Pelletier/e9e115cb6f381a-706687982906d45ed28d40bbac>
40. SenseWear: Core technology. 2018. Dostupno na: http://www.sensewear.com/how_core.php
41. Mignault D, St-Onge M, Karelis AD, Allison DB, Rabasa-Lhoret R. Evaluation of the portable HealthWear armband. *Diabetes Care*. 2005; 28: 225–227.
42. St-Onge M, Mignault D, Allison DB, Rabasa-Lhoret R. Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2007; 85: 742–749.
43. Malavolti M, Pietrobelli A, Dugoni M, Poli M, Romagnoli E, De Cristofaro P, Battistini NC. A new device for measuring resting energy expenditure (REE) in healthy subjects. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*. 2007; 17: 338–343.
44. Cereda E, Turrini M, Ciapanna D, Marbello L, Pietrobelli A, Corradi E. Assessing energy expenditure in cancer patients: A pilot validation of a new wearable device. *Journal of Parenteral & Enteral Nutrition*. 2007; 31, 502–507.
45. Fruin ML, Rankin JW. Validity of a multi-sensor armband in estimating rest and exercise energy expenditure. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2004; 36: 1063–1069.
46. Papazoglou D, Augello G, Tagliaferri M, Savia G, Marzullo P, Maltezos E, Liuzzi A. Evaluation of a mutisensor armband in estimating energy expenditure in obese individuals. *Obesity*. 2006; 14: 2217–2223.

METHODS FOR ASSESSING PHYSICAL ACTIVITY OF THE ELDERLY: A LITERATURE REVIEW

Review



¹ Ivana Crnković

¹ University of Applied Health Sciences Zagreb

Abstract

This paper systematizes and describes the methods of assessment of physical activity that are most commonly used in research intended for elderly people. Before the assessment of the level of physical activity it is important to conduct the anthropometric measurements and to evaluate the functional status of the examinees. Questionnaires on physical activity are often used for these estimates for many reasons, such as administration disburdening, lower costs for research implementation, and the ability to process quantitative and qualitative data while the main disadvantages when using the questionnaire are reliability and validation issues. More recently there have been developed various systems for monitoring the domain of physical activity in this population. This method includes accelerometers, of which the most widely used is Actigraph (GT1M), and is available to wider population. Recently, there has also been developed a new method of tracking, the SenseWear Pro 3 arm bands (SP3), which not only incorporate the accelerometer into energy consumption calculations, but also record heat flux, galvanic skin resistance, skin temperature, and approximate body temperature through a series of sensors that are located on the device. DLW technical usage of water marked with the stable isotopes of hydrogen and oxygen is a “gold standard” and the most accurate method for assessing average energy expenditure over a period of time.

Keywords: elderly people, monitoring of physical activities, Actigraph (GT1M), SenseWear Pro Armband 3
