

Physical activity in older adults

Citation for published version (APA):

Valenti, G. (2016). *Physical activity in older adults: walking economy and circadian pattern*.
<https://doi.org/10.26481/dis.20160610gv>

Document status and date:

Published: 01/01/2016

DOI:

[10.26481/dis.20160610gv](https://doi.org/10.26481/dis.20160610gv)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

SUMMARY

Physical activity represents a fundamental vital function, which declines after the age of 50 years. Lower physical activity level is associated with reduced mobility and higher mortality risk in older adults. Physical activity can be assessed wearing an accelerometer, a small device that measures accelerations and can monitor pattern, intensity and type of physical activity. Walking is the most common type of physical activity and its energetic cost increases with age, possibly contributing to the decline in physical activity.

Insights into physical activity in older adults with a focus on walking and circadian pattern can lead to knowledge on the age-related decline in physical activity and suggest strategies for intervention. Given the increase in body weight with age, the validity of accelerometers to objectively monitor physical activity was firstly generalised from lean subjects to overweight and obese subjects. A validated accelerometer was then used to describe the importance of walking in achieving higher levels of physical activity in older adults and to detect determinants of the energetic cost of walking. The effect of multicomponent fitness training on the energetic cost of walking in older adults was then determined. Finally, the effect of ageing on overnight metabolic rate and wake time activity patterns was studied.

Data from thirty-six overweight to obese subjects were analysed to generalise validity of accelerometers to objectively monitor physical activity. Subsequently, twenty-six untrained older adults, aged 50 to 83 years were recruited as training group to follow a one-year multicomponent fitness-training program. Results from the training group were compared with a control group of sixteen subjects, matching the training group for age, weight, body composition calculated from total body water, and fitness level measured as maximal oxygen uptake. Measurements took place at baseline and after one year. Free-living energy expenditure was measured in the intervention group to derive physical activity level. Physical activity was monitored over two weeks intervals with an accelerometer. An algorithm based on template matching and signal power was developed to classify activity counts as walking and non-walking counts. The accelerometer was also used to detect determinants of the energetic cost of walking on a treadmill, as measured with indirect calorimetry. Determinants of overnight metabolic rate in a respiration chamber were derived by simultaneously measuring sleep stages with a polysomnogram.

Activity counts in overweight to obese individuals could explain 47% of the variance of the physical activity level, in line with the validation in lean subjects. In older adults, walking counts accounted for about 40% of daily activity counts and were produced in about 20% of the activity time. Non-walking activity time was mainly spent in lower intensity activities. The variance in the energetic cost of walking could partly be explained by increased step rate and the regularity of body acceleration in the frontal and lateral axes. One-year multicomponent fitness training delayed the observed increase in walking cost associated with

increasing age. Analysis of the diurnal pattern of physical activity revealed that older adults with higher physical activity level and aerobic fitness maintained active for longer during the day, while subjects with lower activity level were more prone to sedentary behaviours in the afternoon. During the night, the relative increase in energy expenditure associated with increasing age was a function of a decrease in quality sleep rather than a decrease in sleep efficiency.

In conclusion, accelerometry is a valid technique to assess physical activity in individuals with increased body weight. In older adults, walking activities are a major contributor to physical activity and they occur at relatively higher intensity. Walking economy declines with increasing age and the decline is associated with the adoption of an increased gait rate and with irregular body acceleration in the horizontal plane. Multicomponent fitness training delays the age-related decline of walking economy. During their wake time active older adults maintain higher activity levels for longer. During the night, the age related increase in overnight metabolic rate is associated with less quality sleep rather than lower sleep efficiency with increased body movement.

SAMENVATTING

Lichamelijke activiteit is een fundamentele vitale functie die afneemt bij het ouder worden. Een lager lichamenlijk activiteitsniveau is geassocieerd met een verminderde mobiliteit en een hoger sterfterisico op latere leeftijd. Lichamenlijke activiteit kan worden bepaald door het dragen van een bewegingsmeter die lichaamsversnellingen meet en zo het patroon, de intensiteit en het type lichamenlijke activiteit kan vastleggen. Lopen is de meest voorkomende vorm van lichamenlijke activiteit en het energiegebruik voor lopen neemt toe bij veroudering. Dit draagt mogelijk bij aan de afname van de lichamenlijke activiteit naarmate men ouder wordt.

Kennis over de lichamenlijke activiteit van ouderen, wat betreft energiegebruik en activiteitspatroon, kan leiden tot kennis over de leeftijd gerelateerde daling van de lichamenlijke activiteit. Ook kan dit inzicht nieuwe strategieën suggereren voor interventie. Allereerst werd een bewegingsmeter gevalideerd voor het meten van lichamenlijke activiteit bij mensen met een hoger lichaamsgewicht zoals veel ouderen. De gevalideerde bewegingsmeter werd vervolgens gebruikt om bij ouderen het belang van lopen te bepalen, als determinant van de totale lichamenlijke activiteit. Daarnaast werd op basis van lichaamsversnelling een maat ontwikkeld voor bewegingsefficiëntie tijdens lopen. Aansluitend deed een groep ouderen een jaar lang fitness training om na te gaan of hiermee het energiegebruik voor lopen kan worden verminderd. Als determinanten van het activiteitspatroon werden lichamenlijke fitheid en de kwaliteit van slaap onderzocht.

De validatie van een bewegingsmeter voor het meten van lichamenlijke activiteit bij mensen met een hoger lichaamsgewicht vond plaats bij 36 proefpersonen met overgewicht en obesitas. Het uiteindelijke onderzoek werd uitgevoerd bij 42 ongetrainde ouderen van 50 tot 83 jaar, 26 gerekruteerd als trainingsgroep om een jaar lang een fitness programma te volgen en 16 als controlegroep, overeenkomend wat betreft leeftijd, gewicht en lichaamssamenstelling. De metingen vonden plaats bij aanvang van de studie en na een jaar. Lichamenlijke activiteit werd bepaald met de bewegingsmeter over twee aaneengesloten weken. De activiteit lopen werd geclassificeerd door ontwikkeling van een algoritme op basis van template matching en signaalsterkte. De maat voor bewegingsefficiëntie tijdens lopen werd ontwikkeld door proefpersonen met vier snelheden te laten lopen op een tredmolen, met gelijktijdige meting van lichaamsversnelling en energiegebruik. Determinanten van het activiteitspatroon werden bepaald door meting van lichamenlijke fitheid als zuurstofopname bij maximale inspanning op een fietsergometer en meting van kwaliteit van slaap op basis van energiegebruik tijdens overnachting in een respiratiekamer met gelijktijdige analyse van slaapstadia met een polysomnogram.

Activiteitsmeting met de versnellingsopnemer kon ongeveer de helft van variatie in het energiegebruik voor lichamenlijke activiteit verklaren bij proefpersonen met overgewicht en obesitas, een vergelijkbaar resultaat aan eerdere validatie bij personen met een normaal lichaamsgewicht. Bij ouderen werd ongeveer 20% van de actieve tijd besteed aan lopen en de bijdrage hiervan aan de totale dagelijkse

lichamelijke activiteit was 40%. De resterende actieve tijd werd voornamelijk besteed aan activiteiten met een lagere intensiteit dan lopen. Het energiegebruik tijdens lopen nam toe met de leeftijd en kwam tot uiting in een toename van de stapfrequentie en een afname van de regelmaat van voorwaartse en zijwaartse lichaamsversnelling tijdens lopen. Een jaar fitness training verminderde de leeftijdsgebonden toename van het energiegebruik tijdens lopen. Ouderen met een hoger lichamelijk activiteitsniveau en een betere conditie waren langer actief in de loop van de dag, terwijl proefpersonen met een lager activiteitsniveau meer sedentair werden in de middag. De leeftijdsgebonden toename van het energiegebruik tijdens de nacht was niet gerelateerd aan lichamelijke activiteit en een vermindering in slaap efficiëntie maar aan een afname van de kwaliteit van slaap.

Concluderend, bij ouderen is lopen een activiteit met een hogere intensiteit dan de overige activiteiten en levert zo een belangrijke bijdrage aan de dagelijkse lichaamsbeweging. Energiegebruik tijdens lopen neemt toe met de leeftijd en komt tot uiting in een verhoogde stapfrequentie en onregelmatige lichaamsversnelling in het horizontale vlak. Fitness training vertraagt de leeftijdsgebonden toename van het energiegebruik tijdens lopen. Fitte ouderen blijven langer actief gedurende de dag. De leeftijdsgebonden toename van het energiegebruik tijdens de nacht hangt niet samen met lichamelijke activiteit maar met een afname van de kwaliteit van slaap.

lichamelijke activiteit was 40%. De resterende actieve tijd werd voornamelijk besteed aan activiteiten met een lagere intensiteit dan lopen. Het energiegebruik tijdens lopen nam toe met de leeftijd en kwam tot uiting in een toename van de stapfrequentie en een afname van de regelmaat van voorwaartse en zijwaartse lichaamsversnelling tijdens lopen. Een jaar fitness training verminderde de leeftijdsgebonden toename van het energiegebruik tijdens lopen. Ouderen met een hoger lichamelijk activiteitsniveau en een betere conditie waren langer actief in de loop van de dag, terwijl proefpersonen met een lager activiteitsniveau meer sedentair werden in de middag. De leeftijdsgebonden toename van het energiegebruik tijdens de nacht was niet gerelateerd aan lichamelijke activiteit en een vermindering in slaap efficiëntie maar aan een afname van de kwaliteit van slaap.

Concluderend, bij ouderen is lopen een activiteit met een hogere intensiteit dan de overige activiteiten en levert zo een belangrijke bijdrage aan de dagelijkse lichaamsbeweging. Energiegebruik tijdens lopen neemt toe met de leeftijd en komt tot uiting in een verhoogde stapfrequentie en onregelmatige lichaamsversnelling in het horizontale vlak. Fitness training vertraagt de leeftijdsgebonden toename van het energiegebruik tijdens lopen. Fitte ouderen blijven langer actief gedurende de dag. De leeftijdsgebonden toename van het energiegebruik tijdens de nacht hangt niet samen met lichamelijke activiteit maar met een afname van de kwaliteit van slaap.

SOMMARIO

L'attività fisica rappresenta una funzione vitale fondamentale che diminuisce dopo il cinquantesimo anno di età. Un basso livello di attività fisica è associato ad una ridotta mobilità e ad un più alto rischio di mortalità negli anziani. L'attività fisica può essere misurata indossando un accelerometro, un piccolo dispositivo in grado di misurare le accelerazioni corporee e che può monitorare *pattern*, intensità e tipo di attività fisica. Il cammino è il tipo più comune di attività fisica ed il fabbisogno energetico di tale attività aumenta con l'età, il che potrebbe contribuire alla diminuzione dell'attività fisica.

Lo studio dell'attività fisica in soggetti anziani, con particolare attenzione al cammino e ai ritmi circadiani, può portare ad una maggiore conoscenza del declino dell'attività fisica associato all'età e suggerire possibili strategie d'intervento. In primo luogo, in questa tesi è stata estesa la validità di un accelerometro usato per monitorare l'attività fisica di soggetti in sovrappeso e obesi, in considerazione del fatto che il peso corporeo aumenta con l'età. In seguito, un accelerometro è stato utilizzato per descrivere l'importanza del cammino nel raggiungere livelli più elevati di attività fisica negli anziani e inoltre per individuare alcuni fattori che determinano il fabbisogno energetico del cammino. Successivamente è stato definito l'effetto di un programma di fitness per anziani sul loro fabbisogno energetico del cammino. Infine, è stato studiato l'effetto dell'invecchiamento sulla spesa energetica notturna durante le fasi del sonno e sui pattern di attività fisica.

I dati di trentasei soggetti sovrappeso od obesi sono stati analizzati al fine di generalizzare la validità di un accelerometro nel monitorare l'attività fisica. In seguito ventisei anziani non allenati, di età compresa tra i cinquanta e ottantatré anni, sono stati reclutati per seguire un programma di fitness della durata di un anno (gruppo training). I risultati del gruppo training sono stati confrontati con un gruppo di controllo di sedici soggetti, simile al gruppo training per età, peso, composizione corporea (calcolata da una misura del contenuto di acqua nel corpo), e livello di forma fisica (misurato come massimo consumo di ossigeno). Le misurazioni hanno avuto luogo prima e dopo l'anno di fitness. Il fabbisogno energetico quotidiano è stato misurato nel gruppo training per derivarne il livello di attività fisica. L'attività fisica è stata inoltre misurata come *activity counts* per mezzo di un accelerometro e monitorata per due settimane. Un algoritmo basato su template matching e sulla potenza del segnale è stato sviluppato per classificare gli *activity counts* come misurazioni prodotte durante attività di deambulazione e non. L'accelerometro è stato utilizzato anche per rilevare alcuni fattori determinanti del fabbisogno energetico del cammino misurato con tecniche di calorimetria indiretta su un *tapis roulant*. Infine, sono stati definiti alcuni fattori che influenzano il tasso metabolico notturno durante una notte spesa in una camera calorimetrica, misurando contemporaneamente le fasi del sonno con un polisonnogramma.

Gli *activity counts* in individui in sovrappeso od obesi sono stati in grado spiegare il 47% della varianza del livello di attività fisica, in linea con la validazione

condotta in soggetti magri. Negli anziani, gli *activity counts* derivanti da attività di deambulazione hanno rappresentato circa il 40% degli *activity counts* quotidiani e sono stati prodotti in circa il 20% del tempo speso in qualche attività. Il tempo speso in attività non deambulatorie è stato speso principalmente in attività di bassa intensità. L'aumento del fabbisogno energetico del cammino ha potuto essere in parte spiegato dall'aumento della frequenza del passo e dalla diminuzione della regolarità delle accelerazioni del corpo negli assi frontale e laterale. Un anno di fitness ha potuto ritardare l'aumento osservato nel fabbisogno energetico del cammino associato con l'avanzare dell'età. L'analisi dei pattern di attività fisica giornaliera ha rivelato che gli anziani con più alto livello di attività fisica e maggiore capacità aerobica sono stati in grado di rimanere attivi più a lungo durante il giorno, mentre i soggetti con livello di attività più basso sono risultati più inclini a rimanere sedentari nel pomeriggio. Durante la notte, l'aumento relativo del tasso metabolico associato con l'aumentare dell'età è stato influenzato da una diminuzione della qualità del sonno e non da una diminuzione dell'efficienza del sonno.

In conclusione, l'accelerometria è una tecnica valida per valutare l'attività fisica in individui in sovrappeso od obesi. Negli anziani, le attività di deambulazione costituiscono un importante contributo all'attività fisica e vengono intraprese ad intensità relativamente elevate. Il fabbisogno energetico del cammino aumenta con il progredire dell'età e questo aumento è associato con l'adozione di un passo più frequente e con un'accelerazione più irregolare del corpo sul piano orizzontale. Un anno di fitness ritarda l'aumento del fabbisogno energetico del cammino. Durante il giorno gli anziani più attivi sono in grado di mantenere livelli di attività più elevati più a lungo. Durante la notte l'aumento relativo del tasso metabolico rilevato all'avanzare dell'età è associato con una qualità del sonno inferiore, piuttosto che con una ridotta efficienza o con una maggiore attività notturna.