

# Physical activity behavior and learning in higher education

Citation for published version (APA):

Chim, H. Q. (2021). *Physical activity behavior and learning in higher education*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. Maastricht University. <https://doi.org/10.26481/dis.20210330hc>

## Document status and date:

Published: 01/01/2021

## DOI:

[10.26481/dis.20210330hc](https://doi.org/10.26481/dis.20210330hc)

## 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](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

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

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Summary

In **Chapter 1**, I describe how at most universities, it is currently the norm for students to spend long hours being sedentary, despite the associated health risks. Unless being sedentary is beneficial for learning, there is no reason to continue enforcing such a norm. In this introductory chapter, I propose replacing prolonged sedentary behavior with light physical activity within the university. I introduce learning, taking the constructive and social-constructive approaches. Addressing extant literature, I argue that more research is needed to elucidate the effects of replacing sedentary behavior with light physical activity within the university environment. Therefore, with this dissertation, I aimed to explore the effects of light physical activity versus sedentary behavior on learning in students, especially within higher education. This aim was broken down into a series of studies, which I summarize in the subsequent paragraphs.

With the observational study presented in **Chapter 2**, first-year university students were found to spend an average of nine hours per day being sedentary, of which more than 50% was spent in bouts of more than 30 minutes. On average, the students engaged in light physical activity for four to five hours per day and up to 30 minutes per day in moderate-to-vigorous physical activity. The average sleep duration was 10 to 10.5 hours a day. Overall, despite meeting the WHO recommendations, the students spent much of their time being sedentary. Longer class durations were found to be associated with more time spent on sedentary behavior, with each hour of class being associated with nine more minutes of sedentary behavior. The students were scheduled for an average of 1.5 to 3.0 hours of classes a day. Compared to days without classes, the students spent an extra 13.5 to 27 minutes being sedentary on days with classes scheduled. This finding does not discount the fact that, when no classes were scheduled, the students were still rather sedentary. The long duration spent sedentary necessitates a change, for example, with an intervention aimed at replacing sedentary behavior with light physical activity during class.

In **Chapter 3**, we conducted a systematic review of studies that compared the effects of light physical activity against sedentary behavior on learning in adolescents. A critical appraisal of the available literature led to the inclusion of 49 studies. After assessing the risk of bias (including biases arising from the randomization process, deviation from intended intervention, missing outcome data, measurement of the outcome, and selection of the reported results), 35 studies were judged to pose a low risk of bias. These 35 studies reported on the effects of light physical activity on executive functions (response inhibition, updating working memory, and task shifting), memory, and academic performance. Compared to sitting, the effect of light physical activity on learning was positive in 16 studies, negative in four studies, both positive

and negative in one study, and non-significant in the remaining 14 studies. Due to these inconsistent results, the overall quality of evidence from the reviewed studies was very low. For a greater consistency of results, we recommend future studies to account for potential moderators (such as the timing of the light physical activity), include sufficiently large samples, and better represent the adolescent age range.

In **Chapter 4**, I describe the protocol of our intervention study, where the methodologies are detailed. We designed an intervention to replace sedentary behavior during class hours with light physical activity among undergraduate students. Ninety-six first-year undergraduate students were randomly assigned to a Sit or Stand group for all their tutorial group meetings. These 2-hour tutorial group meetings were part of an actual bachelor's course. The tutorial group meetings were conducted once or twice a week for a period of nine weeks. Physical activity behavior was measured using accelerometers. Learning was operationalized by comparing the students' performance on their exams and by analyzing how learning develops across time with the use of concept maps. Additionally, we studied the process of learning as it occurs through student interactions during tutorial group meetings. The results of this intervention study are reported in Chapters 5 and 6.

In **Chapter 5**, we report on the effectiveness of standing tutorial meetings at replacing sedentary behavior with light physical activity. Although there were modest compensatory behaviors (as shown by only 55 minutes less sedentary behavior on days where the 2-hour standing tutorial meetings were scheduled), the students who attended the standing tutorial meetings showed less sedentary behavior overall, implying that the standing tutorial meetings were fit for purpose. Furthermore, also on days without tutorial meetings, the students from the Stand group showed less sedentary behavior, suggesting that the effects of the effects of standing tutorial meetings extend to non-tutorial days. In the end, we did find support for the hypothesis that standing tutorial meetings can be effective at improving the students' physical activity behavior. This was done by replacing sedentary behavior with light physical activity, potentially reducing the health risks that are associated with sedentary behavior.

After finding out that standing tutorial meetings can be beneficial for the students' physical activity behavior, we explored their effects on learning in **Chapter 6**. We did not find evidence that standing in tutorial meetings affects learning: Sit and Stand groups showed a similar performance on the exam. The groups also performed similarly on the concept maps that were administered at multiple time points. Finally, interactions among students during tutorial group meetings did not appear to be different between the Sit and Stand groups. Overall, while being more active, the Stand group performed just as well as the Sit group regarding learning performance.

In **Chapter 7**, I present a general discussion of the studies I performed during my PhD project. From observing the students' day-to-day physical activity behavior and from the standing-desk intervention, I conclude that the university setting can play a crucial role in the students' physical activity behavior: The university can encourage either a sedentary or an active lifestyle among students. Comparing learning in a sedentary environment against learning in an environment where the students can be lightly active, I conclude that neither of these options was better than the other. I recommend that future studies explore the optimal dosage of light physical activity as well as a deeper analysis of student interactions while engaging in collaborative learning. Considering the field-based setting of this dissertation, as well as the thorough measurements of physical activity behavior and learning, I stand by the argument that being sedentary is no better than being lightly active for learning of university students. Therefore, I implore universities to provide students with the option of having a more physically active lifestyle, with standing desks in tutorial classrooms being a recommended solution.

# Samenvatting

In **Hoofdstuk 1** beschreef ik hoe het op de meeste universiteiten momenteel de norm is dat studenten lange uren zittend doorbrengen, ondanks de bijbehorende gezondheidsrisico's. Tenzij sedentair zitten bevorderlijk is voor het leren, is er geen reden om zo'n norm te blijven opleggen. In dit inleidende hoofdstuk stel ik voor om binnen de universiteit langdurig sedentair gedrag te vervangen door lichte lichamelijke activiteit. Ik introduceer leren, waarbij ik de constructieve en sociaal-constructieve benaderingen gebruik. Uitgaande van de bestaande literatuur stel ik dat er meer onderzoek nodig is om de effecten van het vervangen van sedentair gedrag door lichte fysieke activiteit binnen de universitaire omgeving te verhelderen. Daarom heb ik met dit proefschrift getracht de effecten van lichte lichamelijke activiteit versus sedentair gedrag op het leren van studenten te onderzoeken, in het bijzonder binnen het hoger onderwijs. Dit doel werd opgesplitst in een reeks studies, die ik in de volgende paragrafen samenvat.

Uit de observationele studie die in **Hoofdstuk 2** wordt beschreven, bleek dat eerstejaarsstudenten gemiddeld negen uur per dag zitten, waarvan meer dan 50% in periodes langer dan 30 minuten. De studenten waren gemiddeld vier tot vijf uur per dag licht fysiek actief en tot 30 minuten per dag matig tot zwaar fysiek actief. De gemiddelde slaaptijd van de studenten was 10 tot 10,5 uur per dag. Over het geheel genomen brachten studenten, ondanks het feit dat ze aan de aanbevelingen van de WHO voldeden, veel van hun tijd zittend door. De duur van de onderwijsbijeenkomsten bleek samen te hangen met de hoeveelheid sedentair gedrag per dag; één uur onderwijstijd was geassocieerd met negen minuten meer sedentair gedrag. De onderwijsduur voor deze studenten was gemiddeld 1,5 tot 3,0 uur per dag. Tijdens onderwijsdagen zaten studenten 13,5 tot 27 minuten langer dan op dagen zonder onderwijs. Deze bevinding doet niet af aan het feit dat, op dagen waarop geen onderwijs was ingepland, de studenten ook veel zaten. De grote hoeveelheid zittijd pleit voor onderzoek naar de effecten van interventies gericht op het bevorderen van lichte lichamelijke activiteit tijdens het onderwijs.

In **Hoofdstuk 3** presenteren we een literatuuroverzicht van studies waarin de invloed van lichte fysieke activiteit op het leren van adolescenten werd onderzocht. Een kritische eerste beoordeling van de beschikbare literatuur leidde tot een selectie van 49 studies. Na beoordeling van het risico op *bias* (inclusief *bias* als gevolg van het randomisatieproces, afwijking van de beoogde interventie, ontbrekende uitkomstgegevens, meting van de uitkomst, en selectie van de gerapporteerde resultaten), werden 35 studies beoordeeld met een laag risico op *bias*. Deze 35 studies rapporteerden executieve functies (responsonderdrukking, werkgeheugen-*updating* en

cognitieve flexibiliteit), geheugen en academische prestaties. De effecten van lichte lichamelijke activiteit op leren was positief in 16 studies, negatief in vier studies, zowel positief als negatief in één studie, en niet significant in de overige 14 studies. Door de inconsistenties in de resultaten tussen de verschillende studies is de gezamenlijk bewijskracht zeer laag. We raden aan om in toekomstige studies rekening te houden met potentiële moderatoren (zoals de timing van de lichte lichamelijke activiteit), voldoende grote steekproeven te nemen en steekproeven te nemen die voldoende representatief zijn voor de adolescentie leeftijdsgroep.

In **Hoofdstuk 4** beschrijf ik het protocol van onze interventiestudie. We ontwierpen een interventie om sedentair gedrag tijdens onderwijsbijeenkomsten te vervangen door lichte fysieke activiteit. Zesennegentig eerstejaars bachelorstudenten werden willekeurig toegewezen aan een zittende of staande onderwijsgroep. De groepen stonden of zaten tijdens onderwijsgroepsbijeenkomsten van 2 uur, 1 of 2 keer per week gedurende een blok van 9 weken. De mate van fysieke activiteit werd gemeten met behulp van versnellingsmeters. Leren werd op drie manieren geoperationaliseerd, door de prestaties van de studenten op hun examens te vergelijken, door ontwikkelt met behulp van *concept maps* te analyseren hoe het leren zich in de loop van de tijd en door de groepsinteracties tijdens onderwijsgroepsbijeenkomsten te analyseren. De resultaten van deze interventiestudie worden gerapporteerd in de Hoofdstukken 5 en 6.

In **Hoofdstuk 5** vergeleken we de dagelijkse lichamelijke activiteit van studenten die stonden met die van studenten die zaten tijdens onderwijsgroepsbijeenkomsten. Hoewel sprake was van enig compensatiegedrag (blijkend uit het feit dat slechts 55 minuten minder sedentair gedrag vertoond werd op de dagen waarop de twee uur durende staande onderwijsgroepsbijeenkomsten waren ingepland), lieten de studenten die de staande sessies bijwoonden over het algemeen minder sedentair gedrag zien, wat impliceert dat de staande onderwijsgroepsbijeenkomsten effectief waren. Bovendien vertoonden de studenten uit de staande groepen op dagen zonder onderwijsgroepsbijeenkomsten minder zitgedrag, wat suggereert dat de interventie ook effect heeft op de dagen zonder onderwijsgroepsbijeenkomsten. Al met al vonden we steun voor de hypothese dat staande onderwijsgroepen effectief kunnen zijn in het verhogen van de mate van fysieke activiteit van studenten. Dit werd bereikt door sedentair gedrag te vervangen door lichte fysieke activiteit, waardoor de gezondheidsrisico's die gepaard gaan met sedentair gedrag mogelijk verminderen.

Nadat we hadden gevonden dat staande bijeenkomsten een gunstig effect kunnen hebben op de mate van fysieke activiteit van studenten, zijn we in **Hoofdstuk 6** verder gegaan met het onderzoeken van de effecten van staande onderwijsgroepsbijeenkomsten op het leren. Staande bijeenkomsten bleken geen invloed te hebben op het leren van studenten. De zittende en staande onderwijsgroepen hadden vergelijkbare toetscijfers. Ook verschilden de groepen niet met betrekking tot

de inhoud en complexiteit van de *concept maps* die op verschillende momenten voor en na een casus gemaakt werden. Evenmin gaf de analyse van de groepsinteracties tijdens de onderwijsgroepsbijeenkomsten aanleiding te veronderstellen dat er verschillen zijn tussen de zittende en staande groepen. Over het geheel genomen was de conclusie dat, terwijl de staande groep fysiek actiever was dan de zittende groep, de leerprestaties van beide groepen vergelijkbaar waren.

In **Hoofdstuk 7** presenteer ik een algemene discussie van de studies. Uit het observeren van het alledaags beweeggedrag van studenten en de interventiestudie met staand onderwijs stel ik vast dat de universitaire onderwijssetting een cruciale rol speelt in het beweeggedrag van studenten. De universiteit heeft de keuze om een zittende levensstijl of een actieve levensstijl aan te moedigen bij studenten. Ons onderzoek toont aan dat het leren even goed gaat in een sedentaire omgeving als in een omgeving waar studenten licht actief kunnen zijn. Bij het kritisch beoordelen van de onderzoeksresultaten die ik in dit proefschrift naar voren breng, heb ik de nadruk gelegd op kwesties die betrekking hebben op de generaliseerbaarheid van deze resultaten en het risico op *bias*. Gegeven deze kwesties, raad ik aan om in toekomstige studies de optimale dosis statijd voor studenten te onderzoeken en een diepere analyse van studentinteracties tijdens collaboratief leren uit te voeren. Omdat dit proefschrift is gebaseerd op veldstudies en grondige metingen van beweeggedrag en leren, ben ik van mening dat licht fysieke activiteit geen negatief effect heeft op het leren van universiteitsstudenten. Daarom dring ik er bij universiteiten op aan studenten de mogelijkheid te bieden zich een gezondere, meer fysiek actieve levensstijl aan te meten, waarbij ik het gebruik van stabureaus in de onderwijsgroepsruimten nadrukkelijk aanbeveel.