



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

Faculteit Revalidatiewetenschappen

master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie

Masterthesis

The effects of frequency manipulation and force manipulation during execution of a bimanual coordination task by young and old adults

Ruben Lambrechts

Dieter Put

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie, afstudeerrichting revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij musculoskeletale aandoeningen

PROMOTOR :

dr. Kim VAN DUN



UHASSELT

KNOWLEDGE IN ACTION

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt
Campus Hasselt:
Martelarenlaan 42 | 3500 Hasselt
Campus Diepenbeek:
Agoralaan Gebouw D | 3590 Diepenbeek

2019
2020



Faculteit Revalidatiewetenschappen

master in de revalidatiewetenschappen en de
kinesitherapie

Masterthesis

The effects of frequency manipulation and force manipulation during execution of a bimanual coordination task by young and old adults

Ruben Lambrechts

Dieter Put

Scriptie ingediend tot het behalen van de graad van master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie, afstudeerrichting revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij musculoskeletale aandoeningen

PROMOTOR :

dr. Kim VAN DUN

Acknowledgement

First of all, we wish to express our sincere appreciation to our supervisor Dr. Kim van Dun who guided us through the past two years, in which we carried out a literature and an experimental research. It is whole-heartedly appreciated that her in-depth advice proved monumental towards the success of this study.

We also wish to extend our thanks to the students from the bachelor and master program of Physiotherapy and Rehabilitation Sciences at Hasselt University, who provided us the necessary help to carry out the experiments.

We would also like to thank the Hasselt University, especially the Department of Rehabilitation sciences and Physiotherapy, without their support and funding this project could not have reached its goal.

And last but not least, we would like to express our gratitude to the participants in this study, who generously shared their time for the purpose of this project.

Research context

This research project is part of the postdoctoral study of Dr. Kim van Dun on cerebellar stimulation and bimanual coordination. It will focus on the comparison of force and frequency manipulation in a bimanual coordination task in young adults and elderly.

This study falls within the neurological and musculoskeletal domain of the rehabilitation sciences. It can also be considered as part of the geriatric rehabilitation science.

It is important to understand the effects of aging on the bimanual coordination, because it has a significant influence on the healthy and clinical population: first, bimanual coordination is twice as common in everyday actions compared to unimanual actions (Boisgontier et al., 2018; cited from Rinehart et al., 2009; Vega-Gonzalez and Granat, 2005). It is the basis for specific manipulation of objects as well as a critical marker regarding functional independence (Boisgontier et al., 2018; cited from Katz et al., 1970.). Bimanual coordination performance declines from age 40, 20 years earlier than for fine unimanual movement performances (Boisgontier et al., 2018). At this moment, it is already known that grey matter density diminishes in a large part of the sensorimotor network with age, this results in a decline of bimanual coordination (van Ruitenbeek et al., 2017). Papa, Dong and Hassan (2017) demonstrated that whole-body resistance training, i.e. conventional physiotherapy, can attenuate age-related changes in functional mobility in terms of gait speed, static and dynamic balance, and fall risk reduction. By analogy with these results, we think that the implementation of bimanual coordination during functional training of gross or fine motor skills, can make a positive contribution to independent functioning, especially in the elderly.

This master thesis was conducted at the Faculty of Rehabilitation sciences and Physiotherapy of the university of Hasselt. The first part of the master thesis contained a literature study, carried out in the academic year 2018-2019 by Ruben Lambrechts and Dieter Put. The topic of this study was assigned by Dr. Kim van Dun, this led to the following research question: “What is the effect of force manipulation in young adults and the elderly compared to frequency manipulation during the execution of a bimanually coordinated task?” This master thesis was written in a central format, under guidance of Dr. Kim van Dun.

Based on our literature research we can say that:

- There is lower accuracy and higher variability in the elderly, compared to young people, when performing a bimanual task with force manipulation (Hu & Newell, (2011)).
- An anti-phase coordination pattern, that is the activation of non-homologous muscles creating parallel movements bilaterally with identical directional directions (clockwise, counterclockwise), is less stable in both populations compared to an in-phase coordination pattern, that is, activation of homologous muscles with movements towards the mid-sagittal body plane (Heitger et al., 2013; Solesio-Jofre et al., 2014).
- The accuracy of non-isofrequent ratios (3:1 and 1:3) is lower and the variability is greater compared to isofrequent ratios (1:1) in the elderly when performing bimanual tasks with frequency manipulation (Boisgontier et al., 2018, Fujiyama et al., 2016 and Temprado et al., 2010).

What is not yet known and also the guiding principle of our research, is the effect of force and frequency manipulation in young and old with an identical experimental design. In this experiment, this was executed by means of a bimanual coordination task with circular movements of both index fingers in in-phase and anti-phase coordination patterns.

For that matter, part 2 was realized in the second year of the master Rehabilitation Sciences and Physiotherapy. The experiment was conducted in the research institute IMOB in Diepenbeek from December 2019 to May 2020. The data-acquisition of the experiment was executed by Ruben Lambrechts and Dieter Put, together with fellow bachelor and master students, all under supervision of Dr. Kim van Dun and Dra. Siel Depestele. The study belongs to a cluster of projects within the neurological domain, this cluster also contains: One study about the effect of simultaneous application of frequency and force manipulation, one study about the effect of time pressure during frequency manipulation and one study about the effect of transcranial direct current stimulation on frequency manipulation, all in young and elderly.

Reference list

1. Boisgontier, M. P., Cheval, B., van Ruitenbeek, P., Cuypers, K., Leunissen, I., Sunaert, S., . . . Swinnen, S. P. (2018). Cerebellar gray matter explains bimanual coordination performance in children and older adults. *Neurobiol Aging, 65*, 109-120. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2018.01.016
2. Fujiyama, H., Van Soom, J., Rens, G., Gooijers, J., Leunissen, I., Levin, O., & Swinnen, S. P. (2016). Age-Related Changes in Frontal Network Structural and Functional Connectivity in Relation to Bimanual Movement Control. *J Neurosci, 36*(6), 1808-1822. doi:10.1523/jneurosci.3355-15.2016
3. Heitger, M. H., Goble, D. J., Dhollander, T., Dupont, P., Caeyenberghs, K., Leemans, A., . . . Swinnen, S. P. (2013). Bimanual motor coordination in older adults is associated with increased functional brain connectivity--a graph-theoretical analysis. *PLoS One, 8*(4), e62133. doi:10.1371/journal.pone.0062133
4. Hu, X. G., & Newell, K. M. (2011). Aging, visual information, and adaptation to task asymmetry in bimanual force coordination. *Journal of Applied Physiology, 111*(6), 1671-1680. doi:10.1152/jappphysiol.00760.2011
5. Katz, S., Downs, T.D., Cash, H.R., Grotz, R.C., 1970. Progress in development of the index of ADL. *Gerontologist 10*, 20-30.
6. Papa, E. V., Dong, X., & Hassan, M. (2017). Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clinical interventions in aging, 12*, 955.
7. Rinehart, J.K., Singleton, R.D., Adair, J.C., Sadek, J.R., Haaland, K.Y., 2009. Arm use after left or right hemiparesis is influenced by hand preference. *Stroke 40*, 545-550.

8. Solesio-Jofre, E., Serbruyns, L., Woolley, D. G., Mantini, D., Beets, I. A., & Swinnen, S. P. (2014). Aging effects on the resting state motor network and interlimb coordination. *Hum Brain Mapp*, 35(8), 3945-3961. doi:10.1002/hbm.22450
9. Temprado, J. J., Vercruyse, S., Salesse, R., & Berton, E. (2010). A dynamic systems approach to the effects of aging on bimanual coordination. *Gerontology*, 56(3), 335-344. doi:10.1159/000262445
10. van Ruitenbeek, P., Serbruyns, L., Solesio-Jofre, E., Meesen, R., Cuypers, K., & Swinnen, S. P. (2017). Cortical grey matter content is associated with both age and bimanual performance, but is not observed to mediate age-related behavioural decline. *Brain Struct Funct*, 222(1), 437-448. doi:10.1007/s00429-016-1226-9
11. Vega-Gonzalez, A., Granat, M.H., 2005. Continuous monitoring of upper-limb activity in a free-living environment. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 86, 541-548.

Table of contents

1. Abstract.....	9
2. Introduction	11
3. Methods.....	13
3.1 Selection and description of participants.....	13
3.2 Technical information.....	15
3.3 Data-analysis	18
3.3.1 Analysis of the performance Old vs Young	19
3.3.2 Mixed models analysis.....	21
4. Results.....	23
4.1 Performance Old vs Young	23
4.1.1 Frequency manipulation.....	23
4.1.2 Force manipulation.....	23
4.1.3 Anti-phase.....	23
4.1.4 In-phase	24
4.2 Mixed model analysis	24
4.2.1 Average target deviation	24
4.2.2 Average trace deviation.....	25
5. Discussion	31
6. Conclusion	35
7. Reference list	37
8. Appendix.....	39

1. Abstract

Background: Bimanual coordination is an essential part of everyday functioning, it contributes to long-term independence with regards to aging. Therefore, standardized assessment of bimanual coordination with comparison of young to older adults remains a relevant topic regarding maintenance of quality of life.

Objectives: In this study, an experiment was conducted to compare the effect of frequency and force manipulation by a bimanual tracking task in young and old adults.

Participants: 10 young ($\bar{x} = 22.2$ years, $\sigma = 3.05$) and 10 old adults ($\bar{x} = 68.8$ years, $\sigma = 3.19$), all predominantly right handed (Edinburgh handedness inventory > 40) and with normal cognitive capabilities (Montreal Cognitive Assessment- score ≥ 26), were included in this study.

Measurements: During 2 sessions of +/- 1,5 hours, all participants executed a rotary dial task with visual feedback as accurately as possible while parameters as anti-phase and in-phase coordination patterns and coordination ratios of left/right fingers were altered. Frequency manipulation and force manipulation were altered in 2 different experiments.

Results: All data was analyzed by a mixed model analysis. Both the frequency manipulation as well as the force manipulation differed significantly ($p < 0.05$) when comparing elderly with young adults in terms of accuracy. This age-related decline was also evident in both coordination patterns (in-phase and anti-phase) but not in the manipulation ratios (1:3, 1:1 and 3:1).

Conclusion: In this study, we demonstrated an age-related decline in bimanual performance in both frequency and force manipulation as well as in-phase and anti-phase coordination. This decline is absent in both isofrequent as well as non-isofrequent conditions.

2. Introduction

Throughout our daily activities, both hands work together (e.g. cooking, dressing, driving a car.), to accomplish a wide range of tasks. As such, advancing our understanding of bimanual coordination principles has important implications for both healthy and clinical populations (Sisti et al., 2011; cited from Swinnen, 2002; Swinnen & Wenderoth, 2004; Repp, 2005; Oliveira & Ivry, 2005). It is already known that performance on bimanually coordinated tasks will decrease starting from the age of 40 (Boisgontier et al., 2018). Other research concerning age-related decline in bimanual performance has shown that during the execution of bimanual tasks, the functional connectivity in the brain increases in elderly compared to young adults in order to obtain the same performance (Heitger et al., 2013; Solesio-Jofre et al., 2014). This means that there is an overactivation in the sensorimotor brain areas, meaning that bimanual movements require greater neural resources for old adults in order to match the level of performance seen in young adults (Heitger et al.). It has also been found that the volume of grey matter in a large part of the sensorimotor network subserving bimanual coordination diminishes with age. Also, a relation between grey matter in cortical sensorimotor areas and bimanual coordination performance has been established (van Ruitenbeek et al., 2017).

In this experiment we used a bimanual tracking task to explore if bimanual coordination performance, in terms of accuracy and variability, declines with age. The bimanual tracking task enables the assessment of multiple variables of bimanual movement like phase, and force- and frequency-ratios (van Ruitenbeek et al., 2017). The movements of the bimanual tracking task can be divided into two phases: in-phase and anti-phase. In-phase bimanual coordination indicates simultaneous activation of homologous muscle groups, i.e. coordination patterns towards and away from the midsagittal plane. In the anti-phase coordination patterns, the non-homologous muscles are activated, causing parallel movements of the hands. Therefore, the direction of rotation is equal, and this can be described as clockwise and counterclockwise (Heitger et al., 2013; Solesio-Jofre et al., 2014).

First, the studies concerning the frequency manipulation of bimanual coordinated tasks need to be taken into account. The variability of performance in the anti-phase coordination pattern is higher than the in-phase coordination pattern, therefore the anti-phase coordination

pattern is less stable in both the young and elderly population. and the in-phase coordination pattern is easier to perform (Heitger et al., 2013; van Ruitenbeek et al., 2017). This instability is apparent due to the transition from in-phase to anti-phase when the velocity of the task execution is increased. This could be explained by the representation of in-phase movements in the brain, i.e. symmetrical, mirroring patterns with recruitment of homologous muscles (Debaere et al., 2004). The variability also increases from isofrequency ratios (1:1) to non-isofrequency ratios (2:1, 1:2, 3:1 and 1:3) (Heitger et al.; van Ruitenbeek et al.). And the accuracy and the variability of non-isofrequency ratios are greater in the elderly (Boisgontier et al., 2018; Fujiyama et al., 2016 and Temprado et al., 2010).

Second, previous research on the influence of force manipulation during a bimanual coordinated task has shown that aging reduces the maximum grip force and has a negative impact on the performance of a bimanual force coordination task (Lin et al., 2014). The variability in the elderly is higher compared to young people when performing a bimanual task with force manipulation (Critchley et al., 2014; Fling & Seidler, 2011; Hu & Newell, 2011). There is a lower accuracy in the elderly compared to young people when performing a sub-maximal bimanual force task (Critchley et al., 2014; Hu & Newell, 2011).

This study has been executed since there has been no research yet comparing the manipulation of force and frequency variables in the same bimanual coordinated task between healthy elderly and young participants. The force manipulation of a bimanual tracking task is a new adaptation of the already existing bimanual tracking task (Boisgontier et al., 2017; Fujiyama et al., 2016; van Ruitenbeek et al., 2017; Sisti et al., 2011). Due to the previous findings, the following hypotheses have been formulated: there will be a decrease in trajectory stability for the elderly and the young people in the anti-phase. The elderly will be less accurate in both force and frequency manipulation conditions in comparison with the young participants.

3. Methods

3.1 Selection and description of participants

For this thesis, participants were searched between 18-30 years old and 65-77 years old. Twenty-three healthy participants were recruited through flyers/posters and mouth-to-mouth communication by the researchers with their circle of acquaintances. Through this circle, the acquaintances were asked whether they knew any persons who qualify (snowball recruitment). The young people consisted of 12 participants between 18 and 30 years old and the elderly consisted of 11 participants between 65 and 77 years.

The inclusion criteria were: right-handedness according to the Edinburgh Handedness Index (> 40) (EHI; Oldfield, 1971), meeting the age ranges described (18-30 years to be included for the young people and 65-73 for the elderly), and a score of 26 or higher on the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) for the elderly.

Individuals with conditions affecting bimanual performance and fine motor skills (i.e. neurological or psychiatric), pregnancy, physical limitations, use of drugs that interact with NMDA receptors and neurostimulators or pacemakers were excluded from this study.

One older person was excluded from this study because this participant was diagnosed with a rheumatic disease in the hands. There were 2 drop-outs present in the young group, 1 person was excluded due to technical difficulties and 1 person did not complete the 2 sessions (lost to follow-up) (Figure 1). The demographics of all the included participants are shown in table 1.

All participants gave their written informed consent, and procedures were performed according to guidelines established by the committee for medical ethics at University Hasselt, Belgium (CME UHasselt) with number B9115201837539.

Participants were financially compensated for participation with 10 euros per session.

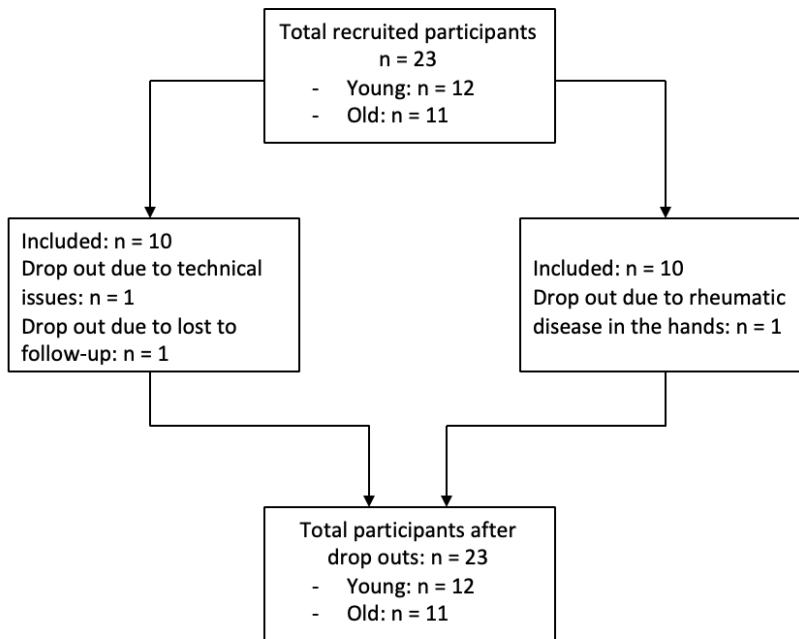


Figure 1

	Sex	Age	EHI	MoCA
Old	4M and 6F	Mean = 68,8	Mean = 94,2	Mean = 27,4
		Median = 68,5	Median = 100	Median = 28
		Std Dev = 3,190	Std Dev = 10,475	Std Dev = 2,503
	4M	Mean = 67,75	Mean = 85,5	Mean = 29,5
		Median = 67,5	Median = 86	Median = 29,5
		Std Dev = 1,708	Std Dev = 12,689	Std Dev = 0,577
6F	Mean = 69,5	Mean = 100	Mean = 26	
	Median = 70	Median = 100	Median = 26	
	Std Dev = 3,886	Std Dev = 0	Std Dev = 2,280	
Young	3M and 7F	Mean = 22,2	Mean = 84,9	/
		Median = 22	Median = 85	
		Std Dev = 3,048	Std Dev = 15,059	
	3M	Mean = 21,33	Mean = 83,33	/
		Median = 22	Median = 80	
		Std Dev = 2,082	Std Dev = 15,275	
7F	Mean = 22,57	Mean = 85,57	/	
	Median = 22	Median = 90		
	Std Dev = 3,457	Std Dev = 16,144		

Table 1. M= male, F= female.

3.2 Technical information

Procedure

Both young and old adults perform a complex bimanual visuomotor coordinated task: the bimanual tracking task. The participants were invited for 2 sessions of +/- 1.5 hours. This study was conducted together with 2 other experiments (force and frequency manipulation applied simultaneously and the effect of time pressure during frequency manipulation), that means that 4 tasks were administered in 2 sessions (2 per session). The tasks were conducted in 2 sessions to avoid fatigue. The participants came back after 1 week, this to counteract the learning effect. The order of the tests was pseudo-randomized (block-randomization) using Excel.

Intervention

In this intervention, frequency and force parameters related to a bimanual tracking task are manipulated to subsequently compare the response between old and young adults.

The first session starts with taking the Edinburgh handedness inventory to objectify the degree of right-handedness. In addition, the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) was also conducted. This is followed by the bimanual tracking task with a session of force or frequency manipulation.

The participants were seated in front of the computer monitor, with both forearms on the table while executing the experiment. The index finger of each hand controlled a dial. With rotations of these dials, the participant can control a cursor on the screen. The right hand controls the movements of the cursor on the X-axis and the left hand controls the movements along the Y-axis. The investigator sits behind a panel and is not visible to the patient.

Before performing the actual performance, the bimanual task is explained orally: The participants were asked to move the cursor as quickly and accurately as possible across a straight line. This task is supported by visual feedback where a black dot indicates their own

position, the blue line their own trajectory. The straight, black line indicates the correct tract, in which the red dot runs when the trial is started.

For clarification, figure 2 has been added:

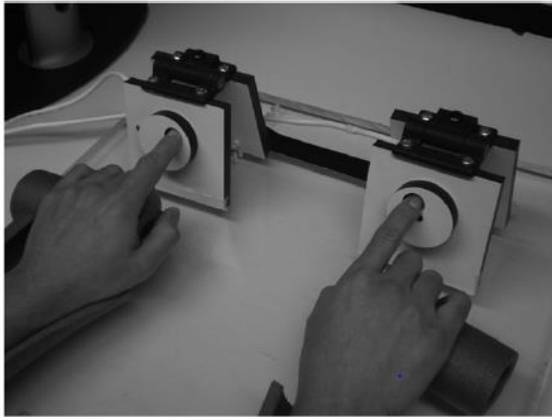


Figure 2 : (Fujiyama et al., 2016)

Subsequently both coordination patterns are explained: if both fingers move clockwise or counterclockwise, they move in an anti-phase coordination pattern; if this is done clockwise, the curve goes to the top right. If both index fingers turn inwards, the curve goes upwards to the left and there is an in-phase coordination pattern. To clarify the expected coordination patterns, figure 3 has been added to further define the coordination patterns.

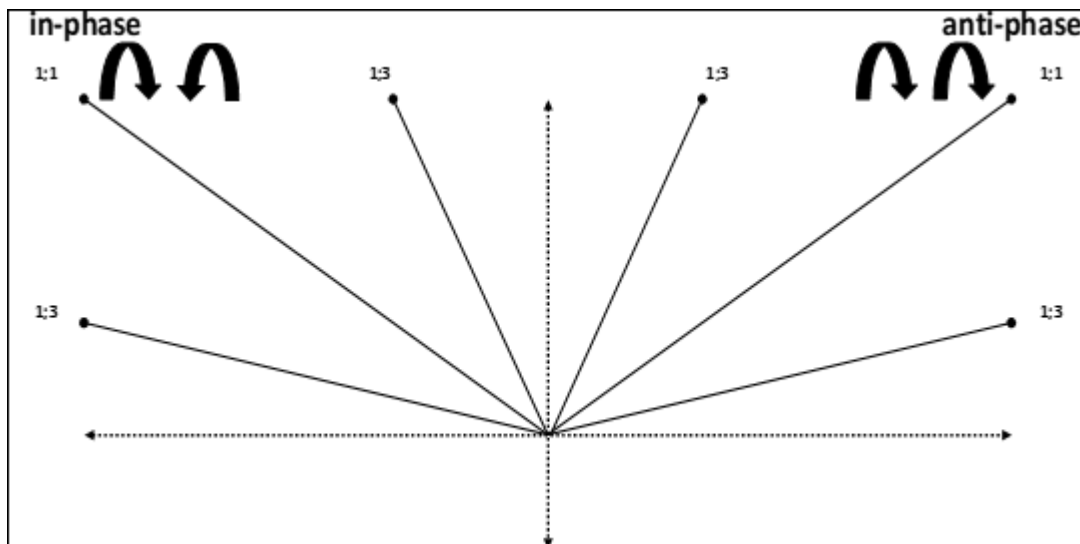


Figure 3. (adapted from Solesio-Jofre et al., 2014)

There are 3 parameters that can be manipulated. First there are 3 different frequency ratios (1:1, 1:3 and 3:1). This means that in condition 1:1 both index fingers are rotating at the same speed, in this case you will need 5 rotations with each index finger to reach the end of the line. At ratio 3:1, the left index finger should rotate 3 times faster than the right index

finger i.e. 6 rotations right and 2 rotations left in order to reach the end of the line. Finally, there is the ratio 1:3, where the right index finger needs to turn 3 times faster than the left index finger i.e. 6 rotations right and 2 rotations left in order to reach the end of the line. During these non-isofrequent ratios, a total of 8 rotations are made to reach the end of the line.

Second, the line can appear in 2 different quadrants, these quadrants determine in which direction the fingers need to rotate. Due to the length of the tests with different coordination patterns, it was decided to work only in-phase to the sagittal body plane and anti-phase to the right (clockwise), in other words only the upper quadrants (figure 3.).

Third, the strength/force with which one has to turn to maintain a certain frequency (i.e. 1:1 ratio) will be varied (6:2, 2:2, 2:6). This means that with ratio 6:2 the left index finger has to apply 3 times more force than the right index finger and the opposite is true for ratio 2:6. With ratio 2:2 the left and right index finger need to apply equally as much force.

In this study force and frequency manipulation will be assessed separately. Depending on the randomization with the 2 concomitant studies, force and frequency manipulation can both be assessed during 1 session or on 2 separated sessions.

Both the power and frequency manipulation experiments start with a familiarization block of 12 trials. Before the start of the test, the researchers check if the rotary dials are in their starting positions i.e. both finger holes turned upwards. They also continue to check during testing whether the dials always return toward their starting position. When the investigator starts the test, a stationary red ball is visible for 2 seconds. After the 2 seconds they will hear a beep signal and then the ball starts to follow the black line from start at a constant speed to finish in 5 seconds and the aim is to follow it as accurately as possible. The participants are provided with online visual feedback: the trajectory of the cursor is drawn as a blue line. After 5 seconds, the next trail is switched regardless of whether the entire line has been followed. The interval between trials lasts 3 seconds. Per experiment, force or frequency manipulation, 5 blocks of 24 trials are provided, this means that every condition occurs 4 times per block (24 trials/block; 120 trials in total). All trials are randomized within and

between the subjects. Between each block the participants were given a short break, both the power and frequency manipulation experiments take ± 20 minutes.

During the sessions, absolute silence is required, only the auditory signal to start the trial is audible.

3.3 Data-analysis

All data was kept anonymized on a local hard drive managed by lead researcher Dr. Kim van Dun.

Performance on the bimanual tracking task was measured by determining the average distance (= accuracy, average target deviation) from the cursor to the dot per trial.

Additional outcome measures are average trace deviation and speed of movement.

Stability and average accuracy per trial were measured. The 2 different age groups and the 3 manipulations (force, frequency and quadrants) were compared.

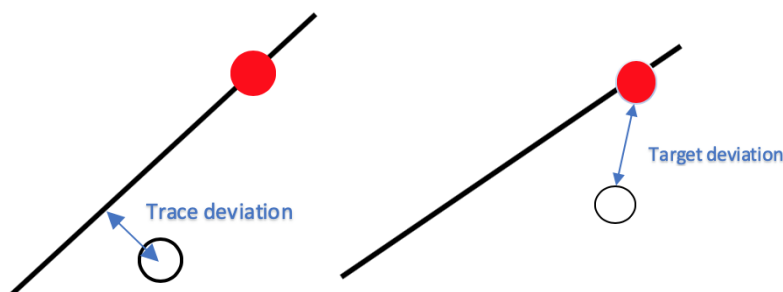


figure 5.

The average trace deviation is the average perpendicular distance between the black dot and the target line. The position of the black dot was registered every 10 milliseconds, and that distance from the dot to the target line was calculated. At the end there is a measure for the amount of deviation from the target line, this measurement does not take into account the position of the red target.

$$\text{Trace deviation} = \sum_{i=1}^n \sqrt{(X_{\text{cursor},i} - X_{\text{target line},i})^2 + (Y_{\text{cursor},i} - Y_{\text{target line},i})^2}$$

N = the number of data samples over a trial of 10 s, $X_{\text{cursor},i}$ and $Y_{\text{cursor},i}$ represent the position of the black dot on the X and Y axes at data sample point i and $X_{\text{target line},i}$ and $Y_{\text{target line},i}$ represent the position that is perpendicular to the black dot. Higher trace deviation scores reflect more deviation from the trajectory on the bimanual tracking task.

The average target deviation is the average distance between the black dot and the red target that the participants need to follow. This measurement explains how close the participants can stay to their target.

$$\text{Target deviation} = \sum_{i=1}^n \sqrt{(X_{\text{cursor},i} - X_{\text{target},i})^2 + (Y_{\text{cursor},i} - Y_{\text{target},i})^2}$$

N = the number of data samples over a trial of 10 s, $X_{\text{cursor},i}$ and $Y_{\text{cursor},i}$ represent the position of the black dot on the X and Y axes at data sample point i and $X_{\text{target},i}$ and $Y_{\text{target},i}$ represent the position of the red target that needs to be followed. Higher target deviation scores reflected poorer performance on the accuracy on the bimanual tracking task.

Before the data could be analyzed, an average was taken of the variables per frequency/force ratio per quadrant for each participant per block.

3.3.1 Analysis of the performance Old vs Young

3.3.1.1 Frequency manipulation

In the first part of the analysis the intergroup differences for performances on the average target deviation and the average trace deviation were examined for the frequency conditions. For this case, the averages of all the trials for the frequency conditions were taken per subject. First it was checked if the datasets were normally divided, this was done with the Shapiro-Wilk W test. The Wilcoxon/Kruskal-Wallis tests (Ranks Sums) were conducted, if the groups were not normally divided. It is a non-parametric test, which compares the means between the groups. Both groups counted 10 samples, so the result of the 2-sample test with normal approximation was used. If the groups were normally divided,

then the variances were controlled. If the variances were equal the two-tailed test in combination with the rank-sums test were used to compare the means, otherwise the Welch's test was used. The Welch's test was used, to test if the means were equal between the young and old adults in the average target deviation. For the intergroup differences for performance on the average trace deviation, the rank-sum test and the two-tailed test were used to compare the means.

3.3.1.2 Force manipulation

The same statistical analysis, as for the performance on frequency manipulation, was conducted for the performances on the average target deviation and the average trace deviation of the force manipulation. The means between young and old adults, both for the average target deviation as for the average trace deviation, were compared after the Wilcoxon/Kruskal-Wallis tests were conducted. Both datasets counted 10 samples for each group, so the result of the 2-sample test with normal approximation was used.

3.3.1.3 Anti-phase

Subsequently, for the average target deviation the Welch's test has been used to compare the means between young and old adults for the performance of anti-phase movements with frequency manipulations. The Wilcoxon/Kruskal-Wallis tests (Ranks Sums) were conducted for the analysis of the intergroup difference for performances on the average trace deviation in anti-phase movements with frequency manipulations. The non-parametric test, namely the Wilcoxon/Kruskal-Wallis tests (Rank Sums), has also been conducted for analyzing the means between young and old adults, both for the average target deviation as for the average trace deviation in anti-phase movements with force manipulations.

3.3.1.4 In-phase

The performance of the groups for in-phase movements with frequency manipulations has also been analyzed. For the average target deviation, the Welch's test was used and for the average trace deviation the results of the rank-sum test and the two-tailed test were used to compare the means.

Thereafter, the performances of the groups for in-phase movements with force manipulations were analyzed. For the analysis of the average target deviation, the means of were compared on the basis of the Wilcoxon/Kruskal-Wallis tests (Ranks Sums). For the average trace deviation, the Wilcoxon/Kruskal-Wallis tests (Ranks Sums) were used.

3.3.2 Mixed models analysis

Last, it has been researched whether age group, task manipulation, quadrant or ratio are associated with the average target deviation and the average trace deviation. This has been analyzed through mixed model analysis, because of the repeated measurements per subject (force and frequency) the data is considered dependent.

Then the mixed model was created by putting the attribute “random effect” with subjects and we nested the subjects in the age groups. The age groups, task manipulations, quadrants and ratios were entered separately and crossed in the model. The significance of the fixed effects was tested with the fixed effects tests. After this we performed a LS means student’s t test for each of the fixed factors which were significantly different. This LS means student’s t test shows which LS mean levels are significantly different from each other.

The statistical analysis was made using JMP PRO 14.

4. Results

4.1 Performance Old vs Young

4.1.1 Frequency manipulation

First, it was checked, whether the performance of the elderly was significant different from the young adults on the basis of the bimanual tracking task with frequency manipulation. The mean performance on both average target deviation ($p = 0.0055 < 0.05$) and average trace deviation (t-test: $p = 0.0175 < 0.05$; rank-sums test: $p = 0.0312 < 0.05$) were significant different between both groups, elderly performed worse than young people. The means and p-values are summarized in table 2.

4.1.2 Force manipulation

Also, it was checked if the performance of the elderly was significant different from the young adults on the basis of the bimanual tracking task with force manipulation. The mean performance of the elderly was significantly worse on the average target deviation ($p = 0.0312 < 0.05$) and for the average trace deviation ($p = 0.0312 < 0.05$). The means and p-values are summarized in table 2.

	Average target deviation			Average trace deviation		
	Mean Old	Mean Young	Old vs Young (p-value)	Mean Old	Mean Young	Old vs Young (p-value)
Force	0.109	0.051	0.0312	0.040	0.026	0.0312
Frequency	0.145	0.065	0.0055	0.041	0.024	0.0175 0.0312

Table 2.

4.1.3 Anti-phase

The performance on the anti-phase tasks has also been analyzed. The performance between the elderly and the young adults was significant different in the force conditions when anti-phase movements were performed for the average target deviation ($p = 0.0376 < 0.05$) and the average trace deviation ($p = 0.0452 < 0.05$). Also, the performance between the elderly and the young adults was significant different in the frequency conditions when anti-phase movements were performed for the average target deviation ($p = 0.0075 < 0.05$) and the average trace deviation ($p = 0.0140 < 0.05$). The means and p-values are summarized in table

3. The elderly performed worse than the younger adults when anti-phase movements were applied to the force and the frequency conditions.

Anti-phase	Average target deviation			Average trace deviation		
	Mean Old	Mean Young	Old vs Young (p-value)	Mean Old	Mean Young	Old vs Young (p-value)
Force	0.109	0.055	0.0376	0.036	0.021	0.0452
Frequency	0.148	0.067	0.0075	0.038	0.023	0.0140

Table 3.

4.1.4 In-phase

Subsequently, the performance on the in-phase tasks was analyzed. There was a significant difference between the elderly and the younger adults, when they were performing in-phase movements in the force conditions of a bimanual tracking task. The differences were significant for both the average target deviation ($p = 0.0058 < 0.05$) as for the average trace deviation ($p = 0.0312 < 0.05$). The performance between the elderly and the younger adults was also significantly different in the in-phase frequency conditions for the average target deviation ($p = 0.0312 < 0.05$) and the average trace deviation (t-test: $p = 0.0127 < 0.05$; rank-sums test: $p = 0.0257 < 0.05$). The means and p-values are summarized in table 4. So, the performance of the elderly was significantly worse on the average target deviation and on the average trace deviation for both the force and frequency conditions when they were performing in-phase movements.

In-phase	Average target deviation			Average trace deviation		
	Mean Old	Mean Young	Old vs Young (p-value)	Mean Old	Mean Young	Old vs Young (p-value)
Force	0.108	0.047	0.0058	0.043	0.030	0.0312
Frequency	0.142	0.062	0.0052	0.043	0.026	0.0127 0.0257

Table 4.

4.2 Mixed model analysis

4.2.1 Average target deviation

The average target deviations were investigated if they were associated with the age groups (old or young) and/or with the task manipulations (force or frequency) and/or quadrant

and/or ratio. Therefore, the significance of the fixed factors was tested with the fixed effects tests. There were significant differences between the age groups ($p = 0.0051 < 0.05$), the task manipulations ($p < 0.0001$), the ratios ($p < 0.0001$), the interaction between age group and task ($p = 0.0102 < 0.05$) and the interaction between task manipulation, quadrant and ratio ($p = 0.0263 < 0.05$). The pairwise comparisons can be found in table 11. The significant differences for the ratios were that the least squares means of the ratio 1:3 and 3:1 are not significant different from each other ($p = 0.1928$), but they both were significant different from the ratio 1:1 ($p < 0.0001$; $p < 0.0001$). Also, the least squares means of the age groups (Old and Young) were significant different ($p = 0.0051 < 0.05$) from each other, according to the LSMeans differences student's t test. The least mean squares of the interaction between old adults and force manipulation was not significant different from the interaction of young adults and frequency manipulation ($p = 0.0600 > 0.05$), but both interactions differed significantly from the interaction of old adults and frequency manipulation and from the interaction of young adults and force manipulation. The least mean squares are summarized in table 8. In table 9 the results of the LSMeans differences student's t test for the interaction between task manipulations, quadrants and ratios are shown. We concluded that the interaction between frequency, quadrant 1 and ratio 1:1 was only significant different from 3 other conditions, namely: 1) the interaction between frequency, quadrant 1 and ratio 1:3, 2) the interaction between frequency, quadrant 2 and ratio 1:3 and 3) the interaction between frequency, quadrant 2 and ratio 3:1. The total variability of the average target deviation, which was corrected for the fixed effects (age groups, task manipulations, quadrants and ratios), was 0.0033646. The Wald p-value ($p = 0.0040 < 0.05$) was significant different and it means that the random effect of subjects was meaningful. This is summarized in table 6.

4.2.2 Average trace deviation

In this case the average trace deviations were investigated whether the association with the age groups (old or young) and/or with the task manipulations (force or frequency) and/or with quadrant (in-phase or anti-phase) and/or ratio (3:1, 1:1, 1:3) were taken into account. So, the fixed effects test was used, the results are summarized in table 5. The pairwise comparisons can be found in table 11. There were significant differences between the age groups ($p = 0.0350 < 0.05$), the quadrants ($p = 0.0310 < 0.05$), the ratios ($p = 0.0019 < 0.05$),

and the interaction between task manipulation, quadrant and ratio ($p = 0.0263 < 0.05$). The LS means student's t test was performed for a pairwise comparison of least squares means using student's t test. The least mean squares are summarized in table 8. Also, the least mean squares from the elderly and the young adults were significant different ($p = 0.0350 < 0.05$) from each other. The least squares means ratio 3:1 is significant different from the ratios 1:1 ($p = 0.0008 < 0.05$) and 1:3 ($p = 0.0069$), but the ratios 1:1 and 1:3 ($p = 0.5097 > 0.05$) were not significant different from each other in the average trace deviation. The least squares means of quadrant 1 and quadrant 2 were significant different ($p = 0.0310$) from each other. In table 10 the results of the LSMeans differences student's t test for the interaction between task manipulations, quadrants and ratios are shown for the average trace deviations. This shows that the interaction between force manipulation, quadrant 1 (in-phase movements) and ratio 3:1 was significantly different from all the other conditions. The total variability of the average trace deviation, which was corrected for the fixed effects (age groups, task manipulations, quadrants and ratios), was 0.0005953. The Wald p-value ($p = 0.0111 < 0.05$) was significant different and it means that the random effect of subjects was meaningful. This is summarized in table 7.

fixed effect tests	Av target dev: Prob > F	Av trace dev: Prob > F
Age group	0.0051*	0.0350*
Task	<0.0001*	0.9149
Age group * Task	0.0102*	0.6590
Quadrant	0.2483	0.0310*
Age group * Quadrant	0.7492	0.9762
Task * Quadrant	0.9479	0.4547
Age group * Task * Quadrant	0.6376	0.7609
Ratio	<0.0001*	0.0019*
Age group * Ratio	0.3916	0.5252
Task * Ratio	0.0924	0.5909
Age group * Task * Ratio	0.4782	0.5115
Quadrant * Ratio	0.7602	0.0942

Age group * Quadrant * Ratio	0.8870	0.6298
Task * Quadrant * Ratio	0.0263*	0.0115*
Age group * Task * Quadrant * Ratio	0.5696	0.5505

Table 5.

RANDOM EFFECT	Var Ratio	Var Component	Std Error	95% lower	95% upper	Wald p-value	Pct of total
Subject (age group)	1.9791825	0.0022353	0.0007765	0.0007133	0.0037572	0.0040	66.434
Residual		0.0011294	0.0001135	0.0009362	0.0013896		33.566
Total		0.0033646	0.0007834	0.0022351	0.0056364		100.000

Table 6: REML Variance Component Estimates (Average target deviation).

RANDOM EFFECT	Var Ratio	Var Component	Std Error	95% lower	95% upper	Wald p-value	Pct of total
Subject (age group)	0.4631541	0.0001884	7.4189e-5	4.3021e-5	0.0003338	0.0111	31.654
Residual		0.0004068	4.0889e-5	0.0003372	0.0005006		68.346
Total		0.0005953	8.3049e-5	0.0004609	0.0007986		100.000

Table 7 : REML Variance Component Estimates (Average trace deviation).

	Least Squares mean (av target dev)	Std error (av target dev)	Least Squares mean (av trace dev)	Std error (av trace dev)
Age group				
Young	0.058	0.015	0.025	0.005
Old	0.127	0.015	0.040	0.005
Task				
Frequency	0.105	0.011	0.032	0.004
Force	0.080	0.011	0.033	0.004
Ratio				
3:1	0.097	0.011	0.040	0.004

1:1	0.075	0.011	0.028	0.004
1:3	0.104	0.011	0.030	0.004
Quadrant				
In-phase	0.090	0.011	0.035	0.004
Anti-phase	0.095	0.011	0.030	0.004
Age group * task				
Young, frequency	0.065	0.016	0.024	0.005
Young, force	0.051	0.016	0.026	0.005
Old, frequency	0.145	0.016	0.041	0.005
Old, force	0.109	0.016	0.040	0.005
Task*Quadrant*ratio				
Frequency, in-phase, 3:1	0.102	0.013	0.038	0.006
Frequency, in-phase, 1:1	0.081	0.013	0.032	0.006
Frequency, in-phase, 1:3	0.122	0.013	0.033	0.006
Frequency, anti-phase, 3:1	0.120	0.013	0.037	0.006
Frequency, anti-phase, 1:1	0.081	0.013	0.025	0.006
Frequency, anti-phase, 1:3	0.121	0.013	0.030	0.006
Force, in-phase, 3:1	0.091	0.013	0.054	0.006
Force, in-phase, 1:1	0.065	0.013	0.027	0.006
Force, in-phase, 1:3	0.077	0.013	0.028	0.006
Force, anti-phase, 3:1	0.076	0.013	0.028	0.006
Force, anti-phase, 1:1	0.073	0.013	0.029	0.006
Force, anti-phase, 1:3	0.097	0.013	0.030	0.006

Table 8.

Level	Least squares mean				
Frequency, Q1, 1:3	A				0.12227500
Frequency, Q2, 1:3	A				0.12077750
Frequency, Q2, 3:1	A				0.12043583
Frequency, Q1, 3:1	A	B			0.10175750
Force, Q2, 1:3		B	C		0.09701500
Force, Q1, 3:1		B	C	D	0.09056665
Frequency, Q1, 1:1		B	C	D E	0.08192375

Frequency, Q2, 1:1	C	D	E	0.08066500
Force, Q1, 1:3	C	D	E	0.07652250
Force, Q2, 3:1		D	E	0.07605750
Force, Q2, 1:1		D	E	0.07342750
Force, Q1, 1:1			E	0.06519250

Table 9: LSMeans differences Student's *t* of the interaction between task manipulations, quadrants and ratios for the average target deviation; Q1 = quadrant 1 = in-phase; Q2 = quadrant 2 = anti-phase. The levels not connected by the same letter are significantly different.

Level	Least squares mean		
Force, Q1, 3:1	A		0.05422085
Frequency, Q1, 3:1	B		0.03748333
Frequency, Q2, 3:1	B	C	0.03688167
Frequency, Q1, 1:3	B	C	0.03324000
Frequency, Q1, 1:1	B	C	0.03204000
Frequency, Q2, 1:3	B	C	0.03022500
Force, Q2, 1:3	B	C	0.02987250
Force, Q2, 1:1	B	C	0.02914750
Force, Q1, 1:3	B	C	0.02802000
Force, Q2, 3:1	B	C	0.02760500
Force, Q1, 1:1	B	C	0.02721000
Frequency, Q2, 1:1	C		0.02453500

Table 10: LSMeans differences Student's *t* of the interaction between task manipulations, quadrants and ratios for the average target deviation; Q1 = quadrant 1 = in-phase; Q2 = quadrant 2 = anti-phase. The levels not connected by the same letter are significantly different.

Level	- Level	Difference	Std Err Dif	Lower CL	Upper CL	p-Value
Average trace deviation						
Old	Young	0,0152026	0,0066683	0,0011931	0,0292122	0,0350*
Q1	Q2	0,0056579	0,0026040	0,0005229	0,0107930	0,0310*
3:1	1:1	0,0108146	0,0031892	0,004525	0,0171037	0,0008*
3:1	1:3	0,0087083	0,0031892	0,002419	0,0149975	0,0069*
1:3	1:1	0,0021063	0,0031892	-0,004183	0,0083954	0,5097
Average target deviation						
Old	Young	0,0687981	0,0215841	0,0234516	0,1141447	0,0051*
1	2	0,0248422	0,0043386	0,0162864	0,0333979	<,0001*
Old,1	Young,2	0,0936403	0,0220158	0,047637	0,1396431	0,0004*
Old,1	Young,1	0,0800540	0,0220158	0,034051	0,1260568	0,0017*
Old,2	Young,2	0,0575422	0,0220158	0,011539	0,1035450	0,0169*
Old,2	Young,1	0,0439560	0,0220158	-0,002047	0,0899588	0,0600
Old,1	Old,2	0,0360981	0,0061356	0,023998	0,0481977	<,0001*
Young,1	Young,2	0,0135862	0,0061356	0,001487	0,0256858	0,0279*
1:3	1:1	0,0288453	0,0053136	0,018367	0,0393239	<,0001*
3:1	1:1	0,0219022	0,0053136	0,011424	0,0323807	<,0001*
1:3	3:1	0,0069431	0,0053136	-0,003535	0,0174217	0,1928

Table 11: Pairwise comparisons; 1 = frequency manipulation; 2 = force manipulation Q1 = quadrant 1 = in-phase; Q2 = quadrant 2 = anti-phase.

5. Discussion

Consistent with the findings from our previous study we found a lower accuracy while executing a both frequency and force manipulation by elderly compared to young adults. In addition, we also found a general lower accuracy while performing an anti-phase coordination pattern (while only present in the average trace deviation) which in itself was also performed less accurately by elderly compared to young adults. In addition, no age-related decline in isofrequent ratios was found. However, contrary to previous studies (Summers, Lewis, & Fujiyama (2010); Fujiyama et al., 2016; Van Ruitenbeek et al., 2017.), we also found an age-related decline in in-phase coordination during execution of force and frequency manipulation. In contrast, no age-related decline with regards to non-isofrequent ratios was found.

We conclude that 3 hypotheses of our literature study can be confirmed:

First, as for force manipulation the age-related differences can be attributed to the higher variability during bimanual force production (Critchley et al., 2014; Fling, & Seidler, 2011; Hu & Newell, 2011) and the lower accuracy of task execution during submaximal bimanual force manipulation (Critchley et al.; Hu & Newell). In addition, the lower accuracy by elderly in both frequency and force manipulation is mostly attributed by the age-related differences in both in-phase and anti-phase patterns.

Second, the lower accuracy of anti-phase coordination, while only present in the average trace deviation, in comparison to in-phase coordination can be attributed by the hypothesis of Debaere et al. (2004) concerning the brain representation of in-phase coordination as mirroring, symmetrical movements. In addition, the age-related difference in anti-phase pattern is most likely attributed to the age-related increase in functional connectivity during bimanual performance task, thus a lower reserve for increasing difficulty (Heitger et al., 2013; Solesio-Jofre et al. 2014.). These finding were initially based on frequency manipulation and can be hypothesized to force manipulation as well.

Third, the absence of an age-related decline in isofrequent ratios is consistent with the findings of, Fujiyama et al. (2016). This is most likely attributed to the fact that isofrequent manipulation, like in-phase manipulation, can be regarded as patterns with a higher automaticity (Summers, Lewis, & Fujiyama (2010)) in which the higher functional

connectivity in elderly still has enough reserve to execute a bimanual performance comparable to young adults.

In the other hand, 2 initial hypotheses were refuted:

The fact that there was already a significant age-related decline in the relatively easy condition of in-phase coordination can be attributed by the fact that this experiment relied on circumduction of the index fingers, which in itself has far lower functional value than grip force or wrist movement, in which the bimanual manipulation was relied on in our literature study (Summers, Lewis, & Fujiyama (2010); Van Ruitenbeek et al., 2017). Thus, by starting already in a less functional condition, the level of difficulty is already elevated in the basic condition.

In contrast, the absence of an age-related decline in non-isofrequent conditions can be attributed to the fact that in this study only 1 variant by coordination pattern was used (thus 2 quadrants in total), while Van Ruitenbeek et al. used 2 variants by coordination pattern (thus 4 quadrants in total): In-phase coordination as inward and outward rotations and anti-phase coordination as clockwise and counterclockwise rotations. Thus, by using only 1 variant by coordination pattern gives less variation during task execution to create an age-related difference.

Based on previous findings, we can say that age-related decline is more sensible to manipulation of coordination patterns compared to manipulation ratios.

Overall, we can say that this study has several strengths:

First, this is, to our knowledge, the first bimanual coordination study where force and frequency manipulation were compared with an identical set-up, i.e. a rotary dial task with visual feedback. In this regard, any significant differences noted after the execution of both tasks could only be evoked by the manipulation of parameters like type of manipulation, coordination pattern and manipulation ratios. Herein lies the best opportunity for comparison of young with old adults. Secondly, all experiments were executed by a strict protocol. By advance, all researchers had to read thoroughly the protocol, made by the research team of the postdoctoral study of Dr. Kim van Dun. The experiment itself, was mostly administered by 2 students: 1 student was responsible for the actual execution of the

task. The other student assisted with the oral explication and observed the correct testing so he/she could execute the experiments at the next session. In addition, every experiment was supervised by Dr. Kim van Dun or Dra. Siel Depestele, another member of the research team. This procedure of the experiment had a positive influence on the intra-/interrater reliability as well as the external validity.

This study, however, has also some weaknesses. First of all, the sample size of this intervention was only 20 individuals, 10 older and 10 younger adults. This implies a lower statistical power to mark the findings as well as a low external generality towards the healthy young and old population. In addition, the use of only 2 upper quadrants, despite being more time efficient can also be regarded as inferior to the use of all 4 quadrants while it allows the 2 observation patterns in 2 different directions: inward and outward rotation in case of the in-phase coordination and clockwise and counterclockwise rotation in case of anti-phase coordination. Second, there could be a carry-over effect between this experiment and the experiment about the effect of simultaneous application of frequency and force manipulation and the study about the effect of time pressure during frequency manipulation. These 3 studies, while manipulating different parameters, had an identical set-up. The fact that these studies were all randomized and executed by each participant increases the risk of a learning bias. While there was a period of minimum 2 weeks between each session with 2 experiments, this risk still persists within each session for a possible learning effect. Last, unlike other studies such as Solesio-Jofre, et al., (2014) and Van Ruitenbeek et al., (2017), who used all 4 quadrants of the cartesian coordinate system to make a distinction between in-phase and anti-phase coordination, in this study only the 2 upper quadrants were used (figure 3.). This was purely due to time constraints: A single session of force or frequency manipulation took +/- 1,5 hours. With the use of all four quadrants this session would be even more time-intensive, thus giving loss of concentration an opportunity as a confounding bias.

Overall, this study has been a successful research of frequency and force manipulation during the execution of a bimanual task. However, further research should be applied by using a larger sample size ($N > 30$) as well as the use of all 4 quadrants. In addition, this could

be an opportunity to examine the effect of an intervention, pharmaceutical drugs or physical therapy, on bimanual coordination performance in an elderly population.

6. Conclusion

From this study we can conclude an age-related decline in fine motor bimanual performance during in-phase and anti-phase coordination, while absent in isofrequent and non-isofrequent conditions during force manipulation as well as frequency manipulation.

7. Reference list

1. Boisgontier, M. P., Cheval, B., van Ruitenbeek, P., Cuypers, K., Leunissen, I., Sunaert, S., . . . Swinnen, S. P. (2018). Cerebellar gray matter explains bimanual coordination performance in children and older adults. *Neurobiol Aging, 65*, 109-120. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2018.01.016
2. Critchley, K., Kokubu, M., Iemitsu, M., Fujita, S., & Isaka, T. (2014). Age-related differences in the availability of visual feedback during bimanual pinch. *Eur J Appl Physiol, 114*(9), 1925-1932. doi:10.1007/s00421-014-2916-8
3. Debaere, F., Wenderoth, N., Sunaert, S., Van Hecke, P., & Swinnen, S. P. (2004). Changes in brain activation during the acquisition of a new bimanual coordination task. *Neuropsychologia, 42*(7), 855-867.
4. Fling, B. W., & Seidler, R. D. (2012). Fundamental Differences in Callosal Structure, Neurophysiologic Function, and Bimanual Control in Young and Older Adults. *Cerebral Cortex, 22*(11), 2643-2652. doi:10.1093/cercor/bhr349
5. Fujiyama, H., Van Soom, J., Rens, G., Gooijers, J., Leunissen, I., Levin, O., & Swinnen, S. P. (2016). Age-Related Changes in Frontal Network Structural and Functional Connectivity in Relation to Bimanual Movement Control. *J Neurosci, 36*(6), 1808-1822. doi:10.1523/jneurosci.3355-15.2016
6. Heitger, M. H., Goble, D. J., Dhollander, T., Dupont, P., Caeyenberghs, K., Leemans, A., . . . Swinnen, S. P. (2013). Bimanual motor coordination in older adults is associated with increased functional brain connectivity--a graph-theoretical analysis. *PLoS One, 8*(4), e62133. doi:10.1371/journal.pone.0062133
7. Hu, X. G., & Newell, K. M. (2011). Aging, visual information, and adaptation to task asymmetry in bimanual force coordination. *Journal of Applied Physiology, 111*(6), 1671-1680. doi:10.1152/jappphysiol.00760.2011

8. Lin, C. H., Chou, L. W., Wei, S. H., Lieu, F. K., Chiang, S. L., & Sung, W. H. (2014). Influence of aging on bimanual coordination control. *Exp Gerontol*, *53*, 40-47. doi:10.1016/j.exger.2014.02.005
9. Papa, E. V., Dong, X., & Hassan, M. (2017). Resistance training for activity limitations in older adults with skeletal muscle function deficits: a systematic review. *Clinical interventions in aging*, *12*, 955.
10. Sisti, H. M., Geurts, M., Clerckx, R., Gooijers, J., Coxon, J. P., Heitger, M. H., . . . Swinnen, S. P. (2011). Testing Multiple Coordination Constraints with a Novel Bimanual Visuomotor Task. *PLoS One*, *6*(8). doi:10.1371/journal.pone.0023619
11. Solesio-Jofre, E., Serbruyns, L., Woolley, D. G., Mantini, D., Beets, I. A., & Swinnen, S. P. (2014). Aging effects on the resting state motor network and interlimb coordination. *Hum Brain Mapp*, *35*(8), 3945-3961. doi:10.1002/hbm.22450
12. Temprado, J. J., Vercruyse, S., Salesse, R., & Berton, E. (2010). A dynamic systems approach to the effects of aging on bimanual coordination. *Gerontology*, *56*(3), 335-344. doi:10.1159/000262445
13. van Ruitenbeek, P., Serbruyns, L., Solesio-Jofre, E., Meesen, R., Cuypers, K., & Swinnen, S. P. (2017). Cortical grey matter content is associated with both age and bimanual performance, but is not observed to mediate age-related behavioural decline. *Brain Struct Funct*, *222*(1), 437-448. doi:10.1007/s00429-016-1226-9

Verklaring op Eer

Ondergetekende, student aan de Universiteit Hasselt (UHasselt), faculteit Revalidatiewetenschappen aanvaardt de volgende voorwaarden en bepalingen van deze verklaring:

1. Ik ben ingeschreven als student aan de UHasselt in de opleiding revalidatiewetenschappen en kinesitherapie waarbij ik de kans krijg om in het kader van mijn opleiding mee te werken aan onderzoek van de faculteit revalidatiewetenschappen aan de UHasselt. Dit onderzoek wordt beleid door dr. Kim van Dun en kadert Wetenschappelijke stage/masterproef deel 2 (2544-1920). Ik zal in het kader van dit onderzoek creaties, schetsen, ontwerpen, prototypes en/of onderzoeksresultaten tot stand brengen in het domein van neurologische en musculoskeletale revalidatie (hierna: "De Onderzoeksresultaten").
2. Bij de creatie van De Onderzoeksresultaten doe ik beroep op de achtergrondkennis, vertrouwelijke informatie¹, universitaire middelen en faciliteiten van UHasselt (hierna: de "Expertise").
3. Ik zal de Expertise, met inbegrip van vertrouwelijke informatie, uitsluitend aanwenden voor het uitvoeren van hogergenoemd onderzoek binnen UHasselt. Ik zal hierbij steeds de toepasselijke regelgeving, in het bijzonder de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016-679), in acht nemen.
4. Ik zal de Expertise (i) voor geen enkele andere doelstelling gebruiken, en (ii) niet zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van UHasselt op directe of indirecte wijze publiek maken.
5. Aangezien ik in het kader van mijn onderzoek beroep doe op de Expertise van de UHasselt, draag ik hierbij alle bestaande en toekomstige intellectuele eigendomsrechten op De Onderzoeksresultaten over aan de UHasselt. Deze overdracht omvat alle vormen van intellectuele eigendomsrechten, zoals onder meer – zonder daartoe beperkt te zijn – het auteursrecht, octrooirecht, merkenrecht, modellenrecht en knowhow. De overdracht geschiedt in de meest volledige omvang, voor de gehele wereld en voor de gehele beschermingsduur van de betrokken rechten.
6. In zoverre De Onderzoeksresultaten auteursrechtelijk beschermd zijn, omvat bovenstaande overdracht onder meer de volgende exploitatiewijzen, en dit steeds voor de hele beschermingsduur, voor de gehele wereld en zonder vergoeding:
 - het recht om De Onderzoeksresultaten vast te (laten) leggen door alle technieken en op alle dragers;
 - het recht om De Onderzoeksresultaten geheel of gedeeltelijk te (laten) reproduceren, openbaar te (laten) maken, uit te (laten) geven, te (laten) exploiteren en te (laten) verspreiden in eender welke vorm, in een onbeperkt aantal exemplaren;

¹ Vertrouwelijke informatie betekent alle informatie en data door de UHasselt meegedeeld aan de student voor de uitvoering van deze overeenkomst, inclusief alle persoonsgegevens in de zin van de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016/679), met uitzondering van de informatie die (a) reeds algemeen bekend is; (b) reeds in het bezit was van de student voor de mededeling ervan door de UHasselt; (c) de student verkregen heeft van een derde zonder enige geheimhoudingsplicht; (d) de student onafhankelijk heeft ontwikkeld zonder gebruik te maken van de vertrouwelijke informatie van de UHasselt; (e) wettelijk of als gevolg van een rechterlijke beslissing moet worden bekendgemaakt, op voorwaarde dat de student de UHasselt hiervan schriftelijk en zo snel mogelijk op de hoogte brengt.

- het recht om De Onderzoeksresultaten te (laten) verspreiden en mee te (laten) delen aan het publiek door alle technieken met inbegrip van de kabel, de satelliet, het internet en alle vormen van computernetwerken;
- het recht De Onderzoeksresultaten geheel of gedeeltelijk te (laten) bewerken of te (laten) vertalen en het (laten) reproduceren van die bewerkingen of vertalingen;
- het recht De Onderzoeksresultaten te (laten) bewerken of (laten) wijzigen, onder meer door het reproduceren van bepaalde elementen door alle technieken en/of door het wijzigen van bepaalde parameters (zoals de kleuren en de afmetingen).

De overdracht van rechten voor deze exploitatiewijzen heeft ook betrekking op toekomstige onderzoeksresultaten tot stand gekomen tijdens het onderzoek aan UHasselt, eveneens voor de hele beschermingsduur, voor de gehele wereld en zonder vergoeding.

Ik behoud daarbij steeds het recht op naamvermelding als (mede)auteur van de betreffende Onderzoeksresultaten.

7. Ik zal alle onderzoeksdata, ideeën en uitvoeringen neerschrijven in een "laboratory notebook" en deze gegevens niet vrijgeven, tenzij met uitdrukkelijke toestemming van mijn UHasseltbegeleider dr. Kim van Dun.
8. Na de evalueatie van mijn onderzoek aan de UHasselt zal ik alle verkregen vertrouwelijke informatie, materialen, en kopieën daarvan, die nog in mijn bezit zouden zijn, aan UHasselt terugbezorgen.

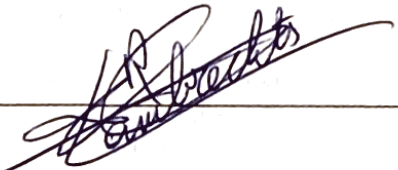
Gelezen voor akkoord en goedgekeurd,

Naam: Ruben Lambrechts

Adres: Oudestraat 34, 3740 Bilzen

Geboortedatum en -plaats: 09/10/1997 Hasselt

Datum: 2015/10/20

Handtekening: 

Verklaring op Eer

Ondergetekende, student aan de Universiteit Hasselt (UHasselt), faculteit Revalidatiewetenschappen aanvaardt de volgende voorwaarden en bepalingen van deze verklaring:

1. Ik ben ingeschreven als student aan de UHasselt in de opleiding revalidatiewetenschappen en kinesitherapie waarbij ik de kans krijg om in het kader van mijn opleiding mee te werken aan onderzoek van de faculteit revalidatiewetenschappen aan de UHasselt. Dit onderzoek wordt beleid door dr. Kim van Dun en kadert Wetenschappelijke stage/masterproef deel 2 (2544-1920). Ik zal in het kader van dit onderzoek creaties, schetsen, ontwerpen, prototypes en/of onderzoeksresultaten tot stand brengen in het domein van neurologische en musculoskeletale revalidatie (hierna: "De Onderzoeksresultaten").
2. Bij de creatie van De Onderzoeksresultaten doe ik beroep op de achtergrondkennis, vertrouwelijke informatie¹, universitaire middelen en faciliteiten van UHasselt (hierna: de "Expertise").
3. Ik zal de Expertise, met inbegrip van vertrouwelijke informatie, uitsluitend aanwenden voor het uitvoeren van hogergenoemd onderzoek binnen UHasselt. Ik zal hierbij steeds de toepasselijke regelgeving, in het bijzonder de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016-679), in acht nemen.
4. Ik zal de Expertise (i) voor geen enkele andere doelstelling gebruiken, en (ii) niet zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van UHasselt op directe of indirecte wijze publiek maken.
5. Aangezien ik in het kader van mijn onderzoek beroep doe op de Expertise van de UHasselt, draag ik hierbij alle bestaande en toekomstige intellectuele eigendomsrechten op De Onderzoeksresultaten over aan de UHasselt. Deze overdracht omvat alle vormen van intellectuele eigendomsrechten, zoals onder meer – zonder daartoe beperkt te zijn – het auteursrecht, octrooirecht, merkenrecht, modellenrecht en knowhow. De overdracht geschiedt in de meest volledige omvang, voor de gehele wereld en voor de gehele beschermingsduur van de betrokken rechten.
6. In zoverre De Onderzoeksresultaten auteursrechtelijk beschermd zijn, omvat bovenstaande overdracht onder meer de volgende exploitatiewijzen, en dit steeds voor de hele beschermingsduur, voor de gehele wereld en zonder vergoeding:
 - het recht om De Onderzoeksresultaten vast te (laten) leggen door alle technieken en op alle dragers;
 - het recht om De Onderzoeksresultaten geheel of gedeeltelijk te (laten) reproduceren, openbaar te (laten) maken, uit te (laten) geven, te (laten) exploiteren en te (laten) verspreiden in eender welke vorm, in een onbeperkt aantal exemplaren;

¹ Vertrouwelijke informatie betekent alle informatie en data door de UHasselt meegedeeld aan de student voor de uitvoering van deze overeenkomst, inclusief alle persoonsgegevens in de zin van de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016/679), met uitzondering van de informatie die (a) reeds algemeen bekend is; (b) reeds in het bezit was van de student voor de mededeling ervan door de UHasselt; (c) de student verkregen heeft van een derde zonder enige geheimhoudingsplicht; (d) de student onafhankelijk heeft ontwikkeld zonder gebruik te maken van de vertrouwelijke informatie van de UHasselt; (e) wettelijk of als gevolg van een rechterlijke beslissing moet worden bekendgemaakt, op voorwaarde dat de student de UHasselt hiervan schriftelijk en zo snel mogelijk op de hoogte brengt.

- het recht om De Onderzoeksresultaten geheel of gedeeltelijk te (laten) reproduceren, openbaar te (laten) maken, uit te (laten) geven, te (laten) exploiteren en te (laten) verspreiden in eender welke vorm, in een onbeperkt aantal exemplaren;
- het recht om De Onderzoeksresultaten te (laten) verspreiden en mee te (laten) delen aan het publiek door alle technieken met inbegrip van de kabel, de satelliet, het internet en alle vormen van computernetwerken;
- het recht De Onderzoeksresultaten geheel of gedeeltelijk te (laten) bewerken of te (laten) vertalen en het (laten) reproduceren van die bewerkingen of vertalingen;
- het recht De Onderzoeksresultaten te (laten) bewerken of (laten) wijzigen, onder meer door het reproduceren van bepaalde elementen door alle technieken en/of door het wijzigen van bepaalde parameters (zoals de kleuren en de afmetingen).

De overdracht van rechten voor deze exploitatiewijzen heeft ook betrekking op toekomstige onderzoeksresultaten tot stand gekomen tijdens het onderzoek aan UHasselT, eveneens voor de hele beschermingsduur, voor de gehele wereld en zonder vergoeding.

Ik behoud daarbij steeds het recht op naamvermelding als (mede)auteur van de betreffende Onderzoeksresultaten.

7. Ik zal alle onderzoeksdata, ideeën en uitvoeringen neerschrijven in een "laboratory notebook" en deze gegevens niet vrijgeven, tenzij met uitdrukkelijke toestemming van mijn UHasselTbegeleider dr. Kim van Dun.
8. Na de evalueatie van mijn onderzoek aan de UHasselT zal ik alle verkregen vertrouwelijke informatie, materialen, en kopieën daarvan, die nog in mijn bezit zouden zijn, aan UHasselT terugbezorgen.

Gelezen voor akkoord en goedgekeurd,

Naam: Dieter Put

Adres: Tommenstraat 117, 3040 Huldenberg

Geboortedatum en -plaats: 20/09/1996, 3000 Leuven

Datum: 22/03/2020

Handtekening: Dieter Put

AFSPRAKENNOTA

1. Organisatie

Naam	Universiteit Hasselt/transnationale Universiteit Limburg (Hierna: UHasselt/tUL)
Adres	Martelarenlaan 42 3500 Hasselt
Sociale doelstelling	De UHasselt/tUL is een dynamisch kenniscentrum van onderwijs, onderzoek en dienstverlening.
Werking van de organisatie	<p>Faculteiten</p> <p>De UHasselt telt <u>zes faculteiten</u> die het onderwijs en onderzoek aansturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ faculteit Architectuur en kunst ○ faculteit Bedrijfseconomische wetenschappen ○ faculteit Geneeskunde en levenswetenschappen ○ faculteit Industriële ingenieurswetenschappen ○ faculteit Rechten ○ faculteit Wetenschappen <p>Elke faculteit stelt per opleiding een <u>onderwijsmanagementteam</u> (OMT) en een <u>examencommissie</u> samen.</p> <p>Vakgroepen</p> <p>Binnen de faculteiten opereren diverse <u>vakgroepen</u>. Zij groeperen alle personeelsleden die onderzoek en onderwijs verrichten binnen eenzelfde discipline. Elke vakgroep bestaat vervolgens uit een of meerdere <u>onderzoeksgroepen</u>. Zij staan in voor de organisatie van het gespecialiseerd onderzoek.</p> <p>Deze klassieke boomstructuur van faculteiten, onderzoeksgroepen en vakgroepen wordt doorkruist door de <u>onderzoeksinstituten</u>. De instituten groeperen onderzoekers uit verschillende onderzoeksgroepen die in bepaalde speerpunt domeinen onderzoek uitvoeren. Daarbij wordt het volledige onderzoeksspectrum afgedekt, van fundamenteel over toegepast onderzoek tot concrete valorisatietoepassingen.</p>
Juridisch statuut	Autonome openbare instelling

Verantwoordelijke van de organisatie, die moet verwittigd worden bij ongevallen.

Naam	Kim van Dun
Functie	Promotor
Tel. - GSM	0496/732633

2. De vrijwilliger: student-onderzoeker

Naam	Ruben Lambrechts
Correspondentieadres	Ruben.lambrechts@student.uhasselt.be
Tel. - GSM	0476/533310

3. Verzekeringen

Waarborgen	De burgerlijke aansprakelijkheid van de organisatie.
Maatschappij	Ethias
Polisnummer	45009018

Waarborgen	Lichamelijke schade die geleden is door vrijwilligers bij ongevallen tijdens de uitvoering van het vrijwilligerswerk of op weg naar- en van de activiteiten.
Maatschappij	Ethias
Polisnummer	45055074

4. Vergoedingen

De organisatie betaalt geen vergoeding aan de vrijwilliger.

5. Aansprakelijkheid

De organisatie is burgerrechtelijk aansprakelijk voor de schade die de vrijwilliger aan derden veroorzaakt bij het verrichten van vrijwilligerswerk.

Ingeval de vrijwilliger bij het verrichten van het vrijwilligerswerk de organisatie of derden schade berokkent, is hij enkel aansprakelijk voor zijn bedrog en zijn zware schuld.

Voor lichte schuld is hij enkel aansprakelijk als die bij hem eerder gewoonlijk dan toevallig voorkomt.

Opgelet: voor het materiaal dat de vrijwilliger zelf meebrengt, is hij/zij zelf verantwoordelijk.

6. Geheimhoudingsplicht – verwerking persoonsgegevens

De vrijwilliger verleent de UHasselt toestemming om de gegevens die in het kader van zijn/haar inschrijving aan UHasselt werden verzameld, ook te gebruiken voor de uitvoering van deze afsprakennota (de evaluatie van de vrijwilliger alsook het aanmaken van een certificaat). UHasselt zal deze informatie vertrouwelijk behandelen en zal deze vertrouwelijkheid ook bewaken na de beëindiging van het statuut student-onderzoeker. De UHasselt neemt hiertoe alle passende maatregelen en waarborgen om de persoonsgegevens van de vrijwilliger conform de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016/679) te verwerken.

De vrijwilliger verbindt zich ertoe om alle gegevens, documenten, kennis en materiaal, zowel schriftelijk als mondeling ontvangen in de hoedanigheid van student-onderzoeker aan de UHasselt als strikt vertrouwelijk te behandelen, ook indien deze niet als strikt vertrouwelijk werd geïdentificeerd. Indien de vertrouwelijke gegevens van de UHasselt ook persoonsgegevens bevatten dient de stagiair hiertoe steeds de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016/679) na te leven en bij elke verwerking het advies van het intern privacycollege van de UHasselt in te winnen. Hij/zij verbindt zich ertoe om in geen geval deze vertrouwelijke informatie mee te delen aan derden of anderszins openbaar te maken, ook niet na de beëindiging van het statuut student-onderzoeker.

7. Concrete afspraken

Functie van de vrijwilliger

De vrijwilliger zal volgende taak vervullen: Wetenschappelijke stage deel 2

Deze taak omvat volgende activiteiten: Wetenschappelijke taken in functie van masterproef

De vrijwilliger voert zijn taak uit onder verantwoordelijkheid van de faculteit Revalidatiewetenschappen

De vrijwilliger wordt binnen de faculteit begeleid door Dr. Kim van Dun

Zijn vaste werkplek voor het uitvoeren van de taak is Oudestraat 34, 3740 Bilzen

De vrijwilliger zal deze taak op volgende tijdstippen uitvoeren:

- op de volgende dag(en):
 - maandag
 - dinsdag
 - woensdag
 - donderdag
 - vrijdag
 - zaterdag
 - zondag
- het engagement wordt aangegaan voor de periode van 16/09/2019 tot 31/08/2020 (deze periode kan maximaal 1 kalenderjaar zijn en moet liggen tussen 1 januari en 31 december).

Begeleiding

De organisatie engageert zich ertoe de vrijwilliger tijdens deze proefperiode degelijk te begeleiden en te ondersteunen en hem/haar van alle informatie te voorzien opdat de activiteit naar best vermogen kan worden uitgevoerd.

De vrijwilliger voert de taken en activiteiten uit volgens de voorschriften vastgelegd door de faculteit. Hij/zij neemt voldoende voorzorgsmaatregelen in acht, en kan voor bijkomende informatie over de uit te voeren activiteit steeds terecht bij volgende contactpersoon: Dr. Kim van Dun

De vrijwilliger krijgt waar nodig vooraf een vorming. Het volgen van de vorming indien aangeboden door de organisatie, is verplicht voor de vrijwilliger.

De vrijwilliger heeft kennis genomen van het 'reglement statuut student-onderzoeker' dat als bijlage aan deze afsprakennota wordt toegevoegd en integraal van toepassing is op de vrijwilliger.

Certificaat

Indien de vrijwilliger zijn opdracht succesvol afrondt, ontvangt hij/zij een certificaat van de UHasselt ondertekend door de decaan van de faculteit waaraan de vrijwilliger zijn opdracht voltooide.

8. Einde van het vrijwilligerswerk.

Zowel de organisatie als de vrijwilliger kunnen afzien van een verdere samenwerking. Dat kan gebeuren:

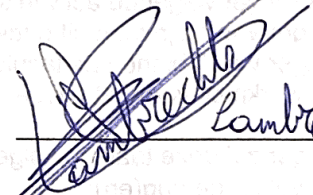
- bij onderlinge overeenstemming;
- op vraag van de vrijwilliger zelf;
- op verzoek van de organisatie.

Indien de samenwerking op initiatief van de vrijwilliger of de organisatie wordt beëindigd, gebeurt dit bij voorkeur minstens 2 weken op voorhand. Bij ernstige tekortkomingen kan de samenwerking, door de organisatie, onmiddellijk worden beëindigd.

Datum: 29/05/2020

Naam en Handtekening decaan

Naam en Handtekening vrijwilliger


Lambrechts Ruben

Opgemaakt in 2 exemplaren waarvan 1 voor de faculteit en 1 voor de vrijwilliger.

Reglement betreffende het statuut van student-onderzoeker¹

Artikel 1. Definities

Voor de toepassing van dit reglement wordt verstaan onder:

student-onderzoeker: een regelmatig ingeschreven bachelor- of masterstudent van de UHasselt/tUL die als vrijwilliger wordt ingeschakeld in onderzoeksprojecten. De opdrachten uitgevoerd als student-onderzoeker kunnen op geen enkele wijze deel uitmaken van het studietraject van de student. De opdrachten kunnen geen ECTS-credits opleveren en zij kunnen geen deel uitmaken van een evaluatie van de student in het kader van een opleidingsonderdeel. De onderzoeksopdrachten kunnen wel in het verlengde liggen van een opleidingsonderdeel, de bachelor- of masterproef.

Artikel 2. Toepassingsgebied

Enkel bachelor- en masterstudenten van de UHasselt/tUL die voor minstens 90 studiepunten credits hebben behaald in een academische bacheloropleiding komen in aanmerking voor het statuut van student-onderzoeker.

Artikel 3. Selectie en administratieve opvolging

§1 De faculteiten staan in voor de selectie van de student-onderzoekers en schrijven hiervoor een transparante selectieprocedure uit die vooraf aan de studenten kenbaar wordt gemaakt.

§2 De administratieve opvolging van de dossiers gebeurt door de faculteiten.

Artikel 4. Preventieve maatregelen en verzekeringen

§1 De faculteiten voorzien waar nodig in de noodzakelijke voorafgaande vorming van student-onderzoekers. De student is verplicht deze vorming te volgen vooraleer hij/zij kan starten als student-onderzoeker.

§2 Er moet voor de betrokken opdrachten een risicopostenanalyse opgemaakt worden door de faculteiten, analoog aan de risicopostenanalyse voor een stagiair van de UHasselt/tUL. De faculteiten zien er op toe dat de nodige veiligheidsmaatregelen getroffen worden voor aanvang van de opdracht.

§3 De student-onderzoekers worden door de UHasselt verzekerd tegen:

- Burgerlijke aansprakelijkheid
- Lichamelijke ongevallen

en dit ongeacht de plaats waar zij hun opdrachten in het kader van het statuut uitoefenen.

Artikel 5. Vergoeding van geleverde prestaties

§1 De student-onderzoeker kan maximaal 40 kalenderdagen, gerekend binnen één kalenderjaar, worden ingeschakeld binnen dit statuut. De dagen waarop de student-onderzoeker een vorming moet volgen, worden niet meegerekend als gepresteerde dagen.

§2 De student-onderzoeker ontvangt geen vrijwilligersvergoeding voor zijn prestaties. De student kan wel een vergoeding krijgen van de faculteit voor bewezen onkosten. De faculteit en de student maken hier aangaande schriftelijke afspraken.

Artikel 6. Dienstverplaatsingen

De student-onderzoeker mag dienstverplaatsingen maken. De faculteit en de student maken schriftelijke afspraken over deal dan niet vergoeding voor dienstverplaatsingen. De student wordt tijdens de dienstverplaatsingen en op weg van en naar de stageplaats uitsluitend verzekerd door de UHasselt voor lichamelijke ongevallen.

¹ Zoals goedgekeurd door de Raad van Bestuur van de Universiteit Hasselt op 15 juni 2017.

Artikel 7. Afsprakennota

§1 Er wordt een afsprakennota opgesteld die vooraf wordt ondertekend door de decaan en de student-onderzoeker. Hierin worden de taken van de student-onderzoeker alsook de momenten waarop hij/zij de taken moet uitvoeren zo nauwkeurig mogelijk omschreven.

§2 Aan de afsprakennota wordt een kopie van dit reglement toegevoegd als bijlage.

Artikel 8. Certificaat

Na succesvolle beëindiging van de opdracht van de student-onderzoeker, te beoordelen door de decaan, ontvangt hij een certificaat van de studentenadministratie. De faculteit bezorgt de nodige gegevens aan de studentenadministratie. Het certificaat wordt ondertekend door de decaan van de faculteit waaraan de student-onderzoeker zijn opdracht voltooide.

Artikel 9. Geheimhoudingsplicht

De student-onderzoeker verbindt zich ertoe om alle gegevens, documenten, kennis en materiaal, zowel schriftelijk (inbegrepen elektronisch) als mondeling ontvangen in de hoedanigheid van student-onderzoeker aan de UHasselt, als strikt vertrouwelijk te behandelen, ook indien deze niet als strikt vertrouwelijk werd geïdentificeerd. Hij/zij verbindt zich ertoe om in geen geval deze vertrouwelijke informatie mee te delen aan derden of anderszins openbaar te maken, ook niet na de beëindiging van zijn/haar opdracht binnen dit statuut.

Artikel 10. Intellectuele eigendomsrechten

Indien de student-onderzoeker tijdens de uitvoering van zijn/haar opdrachten creaties tot stand brengt die (kunnen) worden beschermd door intellectuele rechten, deelt hij/zij dit onmiddellijk mee aan de faculteit. Deze intellectuele rechten, met uitzondering van auteursrechten, komen steeds toe aan de UHasselt.

Artikel 11. Geschillenregeling

Indien zich een geschil voordoet tussen de faculteit en de student-onderzoeker met betrekking tot de interpretatie van dit reglement of de uitoefening van de taken, dan kan de ombudspersoon van de opleiding waarbinnen de student-onderzoeker zijn taken uitoefent, bemiddelen. Indien noodzakelijk, beslecht de vicerector Onderwijs het geschil.

Artikel 12. Inwerkingtreding

Dit reglement treedt in werking met ingang van het academiejaar 2017-2018.

AFSPRAKENNOTA

1. Organisatie

Naam	Universiteit Hasselt/transnationale Universiteit Limburg (Hierna: UHasselt/tUL)
Adres	Martelarenlaan 42 3500 Hasselt
Sociale doelstelling	De UHasselt/tUL is een dynamisch kenniscentrum van onderwijs, onderzoek en dienstverlening.
Werking van de organisatie	<p>Faculiteiten</p> <p>De UHasselt telt <u>zes faculteiten</u> die het onderwijs en onderzoek aansturen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ faculteit Architectuur en kunst ○ faculteit Bedrijfseconomische wetenschappen ○ faculteit Geneeskunde en levenswetenschappen ○ faculteit Industriële ingenieurswetenschappen ○ faculteit Rechten ○ faculteit Wetenschappen <p>Elke faculteit stelt per opleiding een <u>onderwijsmanagementteam</u> (OMT) en een <u>examencommissie</u> samen.</p> <p>Vakgroepen</p> <p>Binnen de faculteiten opereren diverse <u>vakgroepen</u>. Zij groeperen alle personeelsleden die onderzoek en onderwijs verrichten binnen eenzelfde discipline. Elke vakgroep bestaat vervolgens uit een of meerdere <u>onderzoeksgroepen</u>. Zij staan in voor de organisatie van het gespecialiseerd onderzoek.</p> <p>Deze klassieke boomstructuur van faculteiten, onderzoeksgroepen en vakgroepen wordt doorkruist door de <u>onderzoeksinstituten</u>. De instituten groeperen onderzoekers uit verschillende onderzoeksgroepen die in bepaalde speerpunt domeinen onderzoek uitvoeren. Daarbij wordt het volledige onderzoeksspectrum afgedekt, van fundamenteel over toegepast onderzoek tot concrete valorisatietoepassingen.</p>
Juridisch statuut	Autonome openbare instelling

Verantwoordelijke van de organisatie, die moet verwittigd worden bij ongevallen.

Naam	Kim van Dun
Functie	promotor
Tel. - GSM	0496/732633

2. De vrijwilliger: student-onderzoeker

Naam	Dieter Put
Correspondentieadres	Dieter.Put@student.uhasselt.be
Tel. - GSM	0478/76.75.50

3. Verzekeringen

Waarborgen	De burgerlijke aansprakelijkheid van de organisatie.
Maatschappij	Ethias
Polisnummer	45009018

Waarborgen	Lichamelijke schade die geleden is door vrijwilligers bij ongevallen tijdens de uitvoering van het vrijwilligerswerk of op weg naar- en van de activiteiten.
Maatschappij	Ethias
Polisnummer	45055074

4. Vergoedingen

De organisatie betaalt geen vergoeding aan de vrijwilliger.

5. Aansprakelijkheid

De organisatie is burgerrechtelijk aansprakelijk voor de schade die de vrijwilliger aan derden veroorzaakt bij het verrichten van vrijwilligerswerk.

Ingeval de vrijwilliger bij het verrichten van het vrijwilligerswerk de organisatie of derden schade berokkent, is hij enkel aansprakelijk voor zijn bedrog en zijn zware schuld.

Voor lichte schuld is hij enkel aansprakelijk als die bij hem eerder gewoonlijk dan toevallig voorkomt.

Opgelet: voor het materiaal dat de vrijwilliger zelf meebrengt, is hij/zij zelf verantwoordelijk.

6. Geheimhoudingsplicht – verwerking persoonsgegevens

De vrijwilliger verleent de UHasselt toestemming om de gegevens die in het kader van zijn/haar inschrijving aan UHasselt werden verzameld, ook te gebruiken voor de uitvoering van deze afsprakennota (de evaluatie van de vrijwilliger alsook het aanmaken van een certificaat). UHasselt zal deze informatie vertrouwelijk behandelen en zal deze vertrouwelijkheid ook bewaken na de beëindiging van het statuut student-onderzoeker. De UHasselt neemt hiertoe alle passende maatregelen en waarborgen om de persoonsgegevens van de vrijwilliger conform de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016/679) te verwerken.

De vrijwilliger verbindt zich ertoe om alle gegevens, documenten, kennis en materiaal, zowel schriftelijk als mondeling ontvangen in de hoedanigheid van student-onderzoeker aan de UHasselt als strikt vertrouwelijk te behandelen, ook indien deze niet als strikt vertrouwelijk werd geïdentificeerd. Indien de vertrouwelijke gegevens van de UHasselt ook persoonsgegevens bevatten dient de stagiair hiertoe steeds de Algemene Verordening Gegevensbescherming (EU 2016/679) na te leven en bij elke verwerking het advies van het intern privacycollege van de UHasselt in te winnen. Hij/zij verbindt zich ertoe om in geen geval deze vertrouwelijke informatie mee te delen aan derden of anderszins openbaar te maken, ook niet na de beëindiging van het statuut student-onderzoeker.

7. Concrete afspraken

Functie van de vrijwilliger

De vrijwilliger zal volgende taak vervullen: Wetenschappelijke stage deel 2

Deze taak omvat volgende activiteiten: Wetenschappelijke taken in functie van de masterproef

De vrijwilliger voert zijn taak uit onder verantwoordelijkheid van de faculteit Revalidatiewetenschappen

De vrijwilliger wordt binnen de faculteit begeleid door Dr. Kim van Dun

Zijn vaste werkplek voor het uitvoeren van de taak is Tommestraat 117, 3040 Huldenberg

De vrijwilliger zal deze taak op volgende tijdstippen uitvoeren:

- op de volgende dag(en):
 - o maandag
 - o dinsdag
 - o woensdag
 - o donderdag
 - o vrijdag
 - o zaterdag
 - o zondag
- het engagement wordt aangegaan voor de periode van 16/09/2019 tot 31/08/2020 (deze periode kan maximaal 1 kalenderjaar zijn en moet liggen tussen 1 januari en 31 december).

Begeleiding

De organisatie engageert zich ertoe de vrijwilliger tijdens deze proefperiode degelijk te begeleiden en te ondersteunen en hem/haar van alle informatie te voorzien opdat de activiteit naar best vermogen kan worden uitgevoerd.

De vrijwilliger voert de taken en activiteiten uit volgens de voorschriften vastgelegd door de faculteit. Hij/zij neemt voldoende voorzorgsmaatregelen in acht, en kan voor bijkomende informatie over de uit te voeren activiteit steeds terecht bij volgende contactpersoon: ...

De vrijwilliger krijgt waar nodig vooraf een vorming. Het volgen van de vorming indien aangeboden door de organisatie, is verplicht voor de vrijwilliger.

De vrijwilliger heeft kennis genomen van het 'reglement statuut student-onderzoeker' dat als bijlage aan deze afsprakennota wordt toegevoegd en integraal van toepassing is op de vrijwilliger.

Certificaat

Indien de vrijwilliger zijn opdracht succesvol afrondt, ontvangt hij/zij een certificaat van de UHasselt ondertekend door de decaan van de faculteit waaraan de vrijwilliger zijn opdracht voltooide.

8. Einde van het vrijwilligerswerk.

Zowel de organisatie als de vrijwilliger kunnen afzien van een verdere samenwerking. Dat kan gebeuren:

- bij onderlinge overeenstemming;
- op vraag van de vrijwilliger zelf;
- op verzoek van de organisatie.

Indien de samenwerking op initiatief van de vrijwilliger of de organisatie wordt beëindigd, gebeurt dit bij voorkeur minstens 2 weken op voorhand. Bij ernstige tekortkomingen kan de samenwerking, door de organisatie, onmiddellijk worden beëindigd.

Datum: 28/05/20

Naam en Handtekening decaan

Naam en Handtekening vrijwilliger

Dieter Peet

Dieter Peet

Opgemaakt in 2 exemplaren waarvan 1 voor de faculteit en 1 voor de vrijwilliger.

Reglement betreffende het statuut van student-onderzoeker¹

Artikel 1. Definities

Voor de toepassing van dit reglement wordt verstaan onder:

student-onderzoeker: een regelmatig ingeschreven bachelor- of masterstudent van de UHasselt/tUL die als vrijwilliger wordt ingeschakeld in onderzoeksprojecten. De opdrachten uitgevoerd als student-onderzoeker kunnen op geen enkele wijze deel uitmaken van het studietraject van de student. De opdrachten kunnen geen ECTS-credits opleveren en zij kunnen geen deel uitmaken van een evaluatie van de student in het kader van een opleidingsonderdeel. De onderzoeksopdrachten kunnen wel in het verlengde liggen van een opleidingsonderdeel, de bachelor- of masterproef.

Artikel 2. Toepassingsgebied

Enkel bachelor- en masterstudenten van de UHasselt/tUL die voor minstens 90 studiepunten credits hebben behaald in een academische bacheloropleiding komen in aanmerking voor het statuut van student-onderzoeker.

Artikel 3. Selectie en administratieve opvolging

§1 De faculteiten staan in voor de selectie van de student-onderzoekers en schrijven hiervoor een transparante selectieprocedure uit die vooraf aan de studenten kenbaar wordt gemaakt.

§2 De administratieve opvolging van de dossiers gebeurt door de faculteiten.

Artikel 4. Preventieve maatregelen en verzekeringen

§1 De faculteiten voorzien waar nodig in de noodzakelijke voorafgaande vorming van student-onderzoekers. De student is verplicht deze vorming te volgen vooraleer hij/zij kan starten als student-onderzoeker.

§2 Er moet voor de betrokken opdrachten een risicopostenanalyse opgemaakt worden door de faculteiten, analoog aan de risicopostenanalyse voor een stagiair van de UHasselt/tUL. De faculteiten zien er op toe dat de nodige veiligheidsmaatregelen getroffen worden voor aanvang van de opdracht.

§3 De student-onderzoekers worden door de UHasselt verzekerd tegen:

Burgerlijke aansprakelijkheid

Lichamelijke ongevallen

en dit ongeacht de plaats waar zij hun opdrachten in het kader van het statuut uitoefenen.

Artikel 5. Vergoeding van geleverde prestaties

§1 De student-onderzoeker kan maximaal 40 kalenderdagen, gerekend binnen één kalenderjaar, worden ingeschakeld binnen dit statuut. De dagen waarop de student-onderzoeker een vorming moet volgen, worden niet meegerekend als gepresteerde dagen.

§2 De student-onderzoeker ontvangt geen vrijwilligersvergoeding voor zijn prestaties. De student kan wel een vergoeding krijgen van de faculteit voor bewezen onkosten. De faculteit en de student maken hier aangaande schriftelijke afspraken.

Artikel 6. Dienstverplaatsingen

De student-onderzoeker mag dienstverplaatsingen maken. De faculteit en de student maken schriftelijke afspraken over deal dan niet vergoeding voor dienstverplaatsingen. De student wordt tijdens de dienstverplaatsingen en op weg van en naar de stageplaats uitsluitend verzekerd door de UHasselt voor lichamelijke ongevallen.

¹ Zoals goedgekeurd door de Raad van Bestuur van de Universiteit Hasselt op 15 juni 2017.

Artikel 7. Afsprakennota

§1 Er wordt een afsprakennota opgesteld die vooraf wordt ondertekend door de decaan en de student-onderzoeker. Hierin worden de taken van de student-onderzoeker alsook de momenten waarop hij/zij de taken moet uitvoeren zo nauwkeurig mogelijk omschreven.

§2 Aan de afsprakennota wordt een kopie van dit reglement toegevoegd als bijlage.

Artikel 8. Certificaat

Na succesvolle beëindiging van de opdracht van de student-onderzoeker, te beoordelen door de decaan, ontvangt hij een certificaat van de studentenadministratie. De faculteit bezorgt de nodige gegevens aan de studentenadministratie. Het certificaat wordt ondertekend door de decaan van de faculteit waaraan de student-onderzoeker zijn opdracht voltooide.

Artikel 9. Geheimhoudingsplicht

De student-onderzoeker verbindt zich ertoe om alle gegevens, documenten, kennis en materiaal, zowel schriftelijk (inbegrepen elektronisch) als mondeling ontvangen in de hoedanigheid van student-onderzoeker aan de UHasselt, als strikt vertrouwelijk te behandelen, ook indien deze niet als strikt vertrouwelijk werd geïdentificeerd. Hij/zij verbindt zich ertoe om in geen geval deze vertrouwelijke informatie mee te delen aan derden of anderszins openbaar te maken, ook niet na de beëindiging van zijn/haar opdracht binnen dit statuut.

Artikel 10. Intellectuele eigendomsrechten

Indien de student-onderzoeker tijdens de uitvoering van zijn/haar opdrachten creaties tot stand brengt die (kunnen) worden beschermd door intellectuele rechten, deelt hij/zij dit onmiddellijk mee aan de faculteit. Deze intellectuele rechten, met uitzondering van auteursrechten, komen steeds toe aan de UHasselt.

Artikel 11. Geschillenregeling

Indien zich een geschil voordoet tussen de faculteit en de student-onderzoeker met betrekking tot de interpretatie van dit reglement of de uitoefening van de taken, dan kan de ombudspersoon van de opleiding waarbinnen de student-onderzoeker zijn taken uitoefent, bemiddelen. Indien noodzakelijk, beslecht de vicerector Onderwijs het geschil.

Artikel 12. Inwerkingtreding

Dit reglement treedt in werking met ingang van het academiejaar 2017-2018.

COVID-19 Addendum - Masterproef 2

Gelieve dit document in te laten vullen door de promotor en ingevuld toe te voegen aan je masterproef.

Naam promotor(en) Kim van Dun

Naam studenten Dieter Put; Ruben Lambrechts

1) Duid aan welk type scenario is gekozen voor deze masterproef:

- scenario 1: masterproef bestaat uit een meta-analyse - masterproef liep door zoals voorzien
- scenario 2: masterproef bestaat uit een experiment - masterproef liep door zoals voorzien
- scenario 3: masterproef bestaat uit een experiment - maar een deel van de voorziene data is verzameld
 - 3A: er is voldoende data, maar met aangepaste statistische procedures verder gewerkt
 - 3B: er is onvoldoende data, dus gewerkt met een descriptieve analyse van de aanwezige data
- scenario 4: masterproef bestaat uit een experiment - maar er kon geen data verzameld worden
 - 4A: er is gewerkt met reeds beschikbare data
 - 4B: er is gewerkt met fictieve data

2) Geef aan in hoeverre de student(e) onderstaande competenties zelfstandig uitvoerde:

- NVT: De student(e) leverde hierin geen bijdrage, aangezien hij/zij in een reeds lopende studie meewerkte.
- 1: De student(e) was niet zelfstandig en sterk afhankelijk van medestudent(e) of promotor en teamleden bij de uitwerking en uitvoering.
- 2: De student(e) had veel hulp en ondersteuning nodig bij de uitwerking en uitvoering.
- 3: De student(e) was redelijk zelfstandig bij de uitwerking en uitvoering
- 4: De student(e) had weinig tot geringe hulp nodig bij de uitwerking en uitvoering.
- 5: De student(e) werkte zeer zelfstandig en had slechts zeer sporadisch hulp en bijsturing nodig van de promotor of zijn team bij de uitwerking en uitvoering.

Competenties	NVT	1	2	3	4	5
Opstelling onderzoeksvraag	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Methodologische uitwerking	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Data acquisitie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Data management	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dataverwerking/Statistiek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rapportage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Datum 26/5/20



Kim VAN DUN

aan mij, Dieter ▾

📧 10:18 (10 uur geleden)



Beste Dieter en Ruben,

Bij deze hebben jullie mijn toelating om in te dienen.

Met vriendelijke groeten,

Kim van Dun

PS: In bijlage alle ingevulde documenten.

Op vr 22 mei 2020 om 16:37 schreef Ruben Lambrechts <ruben.lambrechts@student.uhasselt.be>:



--

Kim van Dun

Doctor-assistent

T +32(0)11 26 69 39

www.uhasselt.be

Universiteit Hasselt - Campus Diepenbeek

Agoralaan Gebouw Abis - B-3590 Diepenbeek

Kantoor E1.01

