

**Christian A. Marin-Andresen**

# Changes in contractile properties after 24 weeks of stretching exercise

**Masteroppgave i idrettsvitenskap**  
Seksjon for fysisk prestasjonsevne  
Norges idrettshøgskole, 2014



## Abstract

**Introduction:** The effects of long-term stretching training and chronic stretching regimens on muscle performance have not yet been systematically investigated on a wider scale. Studies that have investigated possible correlations between stretching and muscular performance are scarce and inconclusive in the literature. Thus, the purpose of the present study was to examine the effect of long-term (24 weeks) stretching exercise on muscle contractile properties.

**Method:** Eighteen subjects (five men and thirteen women;  $21.82 \pm 1.74$  yrs,  $71.80 \pm 11.65$  kg,  $1.77 \pm 5.56$  m) volunteered to participate in this study. The training leg was randomly drawn and unilateral static stretching exercises (SS) were applied every day for twenty-four weeks. The SS protocol consisted of four repetitions of stretch, each lasting for one minute with a sixty second rest in between, aiming to increase the passive range of motion (ROM) in ankle dorsiflexion. The testing protocol consisted of measurements pre- and post-intervention in passive ROM, passive resistance torque (PRT), isometric maximal voluntary contractions (MVC) ( $10^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $-5^\circ$  and  $-10^\circ$ ), isokinetic peak torque (PT) and angle at PT (30, 45, 60 and  $90^\circ/\text{sec}$ ).

**Results:** The ROM significantly increased pre- to post-test for the training leg by  $10.42^\circ$  (58.42%) ( $P > 0.05$ ). For the PRT test a significant difference was found only at the angle of  $-10^\circ$  between pre- to post-test for the training leg ( $P > 0.05$ ). No significant changes were observed for isometric MVC, isokinetic PT and angle at PT pre- to post-test or between groups ( $P > 0.05$ ). For the control leg no significant differences were found.

**Discussion:** These results suggest that the present long-term stretching intervention was effective in increasing passive ROM. Despite this highly significant change in passive ROM, no changes were seen in muscle-contractile properties. Additional longitudinal interventions are needed to better understand the long-term effects of stretching training on the angle/torque relationship and the impact on force production throughout ROM.

# Acknowledgements

First and foremost I would like to thank my first supervisor Prof. Jens Bojsen-Møller for not giving up on me throughout this thesis. His support, assistance and feedbacks have been upmost appreciated. I am very grateful to him for always making himself available when needed and I have truly appreciated the opportunity of e-mail correspondence at all times of the day.

Many thanks to Dr. Olivier Seynnes, second supervisor, for his knowledge and all the assistance and feedback when needed.

Furthermore I would like to thank PhD Candidate Marie M. Moltubakk for letting me be part of her PhD project which the present thesis is a part of. Thank you for putting up with all my knocking on your office door and the long hours spent in the laboratory conducting the test protocols.

I would like to thank co-students Melina and Fabienne for the time spent together in the laboratory and the office, but also for the social breaks throughout this thesis. I would like to send my special thanks to Fabienne for the aforementioned time spent together, but also for the all the help and support during the final weeks of this thesis.

Last but not least I would like to thank my brother for the immense support he has been to me and all the time he has put down helping me with Excel. Even though he does not understand any of what this thesis is about, he's presence has been extremely valuable and needed. I would also like to apologize to him for not being able to attend his "stag party" as he is getting married later this summer. This was arranged close to this thesis' due date and the decision to not attend was not easily made.

Christian A. Marín-Andresen,

Oslo, May 2014

# Table of Contents

<b>1.1</b>	<b>Aims of the study.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>Effects of stretching training.....</b>	<b>10</b>
2.1.1	Range of motion .....	10
2.1.2	Acute responses .....	11
2.1.3	Short-term responses .....	12
2.1.4	Effect of stretching training on injury prevention .....	13
<b>3.1</b>	<b>Study design.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b>Subjects .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3</b>	<b>Ethics.....</b>	<b>15</b>
<b>3.4</b>	<b>Stretching protocol .....</b>	<b>15</b>
<b>3.5</b>	<b>Testing Procedures .....</b>	<b>16</b>
3.5.1	Warm-up.....	17
3.5.2	Passive range of motion test .....	17
3.5.3	Passive resistance torque test.....	18
3.5.4	Isometric plantar flexion test .....	18
3.5.5	Isokinetic test.....	19
<b>3.6</b>	<b>Data .....</b>	<b>19</b>
<b>3.7</b>	<b>Data analysis.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1</b>	<b>Dropouts &amp; Anthropometric measurements.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Training coherence .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b>Range of motion .....</b>	<b>21</b>
<b>4.4</b>	<b>Passive resistance torque.....</b>	<b>22</b>
<b>4.5</b>	<b>Isometric peak torque.....</b>	<b>22</b>
<b>4.6</b>	<b>Isokinetic peak torque &amp; angle at peak torque .....</b>	<b>24</b>
<b>5.1</b>	<b>Range of motion .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Isometric peak torque.....</b>	<b>27</b>
<b>5.3</b>	<b>Isokinetic peak torque .....</b>	<b>27</b>
<b>5.4</b>	<b>Joint angle at peak torque.....</b>	<b>28</b>
<b>5.5</b>	<b>Limitations.....</b>	<b>29</b>
	<b>References .....</b>	<b>32</b>
	<b>List of tables .....</b>	<b>34</b>

<b>List of figures</b> .....	<b>35</b>
<b>Forkortelser</b> .....	<b>36</b>
<b>Appendix A</b> .....	<b>37</b>
Training instructions .....	37
<b>Appendix B</b> .....	<b>38</b>
Written informant consent .....	38
<b>Appendix C</b> .....	<b>39</b>
Training log.....	39
<b>Appendix D</b> .....	<b>40</b>
Test protocol .....	40

## Introduction

In today's society there is a vast public attention on how fitness relates to wellness and improved quality of life. This interest has been growing for many years causing an increased access of information and literature for the recreational athlete and those wanting to gain knowledge on the advantages of cardiovascular fitness, muscular strength and flexibility (Alter, 2004). Stretching exercises are considered to be fundamental components for those who wish to attain a healthy physical level. Stretching and the resulting increase in flexibility and range of motion (ROM), may improve the ability to perform functional movement and exercises with the appropriate form (Brown 2007; McNeal & Sands, 2006).

In rehabilitation gymnastics, stretching exercises are promoted as possible means to offset age-related stiffness, reduce the risk of injury to the lower back, improve body posture and symmetry, enhance relaxation, relieve pain, augment physical fitness and optimize functional movement in daily life (Alter, 2004; Handel et al., 1997). In the sporting world, the inclusion of stretching exercises in warm-up and cool-down routines has been common practice among conditioning professionals, coaches and athletic trainers. The alleged benefits of these are improved performance, injury prevention and reduction of muscle soreness (Rubini et al., 2007). Flexibility is generally recognized as a crucial factor in skilled movement and plays a significant role in sports that require an increased ROM, such as gymnastics (Alter, 2004). However, numerous studies report contradicting effects of stretching training on muscle performance and injury prevention (Chen et al., 2011; Cramer et al., 2007b; McHugh & Cosgrave, 2010; Young et al., 2006).

Hamstring flexibility has been shown to affect the angle/torque relationship for the knee flexors in a study by Alonso et al., (2009). In subjects with tight, opposed to normal hamstring flexibility, peak torque (PT) occurred at a joint angle corresponding with shorter muscle length. When isometric knee flexion was tested at muscle lengths shorter than optimal, subjects with tight hamstrings produced more torque than subjects with normal hamstring flexibility. Furthermore, when tested at muscle lengths greater than optimal, subjects with tight hamstrings produced less torque than subjects with normal hamstring flexibility. The authors proposed that when isometric knee flexion

contractions were performed with the hamstrings in a position of significant stretch, tight hamstrings achieved less myofilament overlap and consequently less torque production. Due to the fact that knee flexion torque production was higher at short muscle lengths in tight hamstrings, indicates that the limited flexibility in these subjects did not decrease the functional ROM in which the muscle group operates, rather just shifted to shorter muscle lengths.

### **1.1 Aims of the study**

Short-term studies have investigated possible correlations between stretching exercises and muscular performance, reporting increases in ROM and reduction in passive resistive torque (PRT). No previous studies have examined the effects of twenty-four weeks of stretching exercise on muscle contractile properties. Therefore, the purpose of the present study was to examine the effects of long-term (>10 weeks) stretching exercise on muscle contractile properties.

The following hypotheses were put forward:

**H1:** Long-term stretching exercise will increase the active range of motion and more force will be produced at longer muscle lengths.

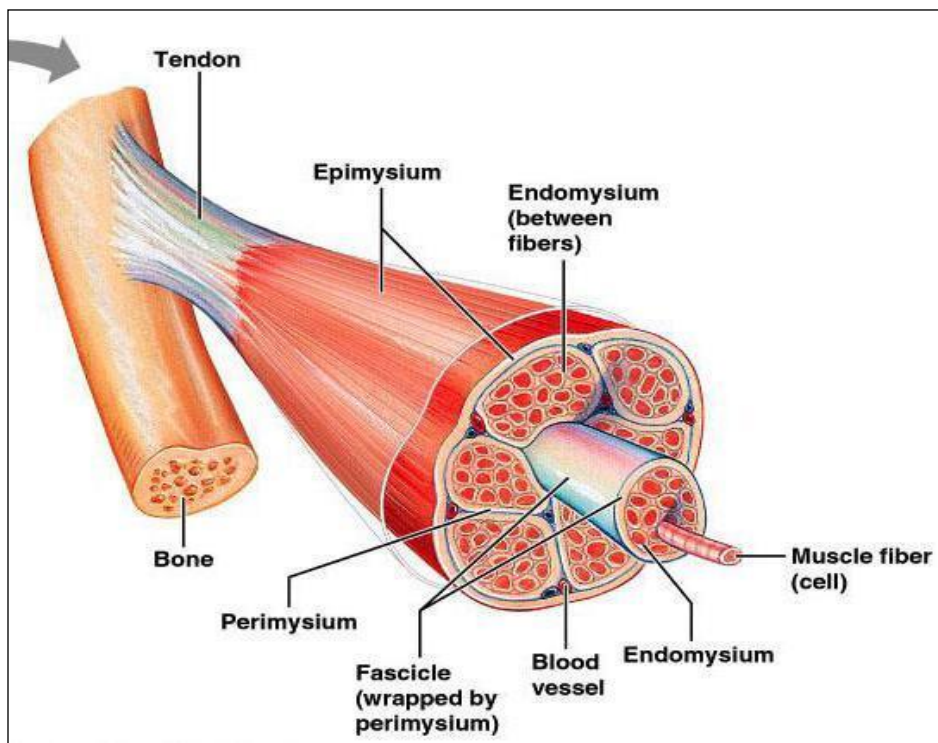
**H2:** Long-term stretching exercise will result in a shift of angle at peak torque toward longer muscle lengths.

**H3:** Long-term stretching exercise will decrease the passive resistance torque resulting in a right shift of the torque/angle relationship.



## 2. Theory

Skeletal muscles consist of contractile tissue intricately woven together by fibrous connective tissue gradually blending into tendons. The tendons are made of fibrous connective tissue that in turn attaches the muscle to bone. The contractile tissue and tendons are sometimes evaluated separately for research purposes, however, they can neither be separated during usual clinical testing and stretching procedures, nor during functional activity. Both the muscular contractile tissue and tendon exhibit changes in biomechanical properties and cross-sectional area in response to exercise, disuse and aging (Weppeler & Magnusson, 2010).



**Figure 2.1:** Muscle-tendon anatomy. (From [http://www.medicallook.com/human\\_anatomy/organs/Skeletal\\_muscle\\_fiber.html](http://www.medicallook.com/human_anatomy/organs/Skeletal_muscle_fiber.html), 2014).

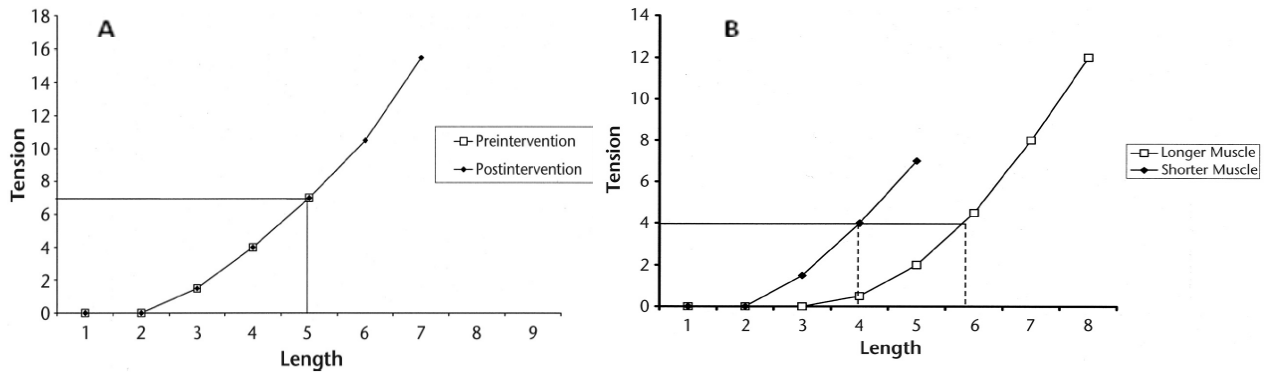
## **2.1 Effects of stretching training**

The term flexibility is used and described in the literature in various ways. In the present thesis, flexibility will be defined as the range of possible movement about a joint or series of joints and its surrounding muscles through a passive, unrestricted and pain-free movement (Alter, 2004; Baechle & Earle, 2008). Furthermore, caution should be exercised when interpreting and generalizing results from the following studies. Common for these are a limited number of subjects and intervention time applied. There is also a lack of uniformity in the experimental methods including stretching type inconsistency (SS, PNF, BS), treatment duration (3-10 weeks), and outcome measures (strength, speed, power) (Kokkonen et al., 2007).

### **2.1.1 Range of motion**

Various theories have been proposed to explain increases in ROM observed after the execution of stretching training. The majority of these theories propose mechanical increases in length of the stretch trained muscle. These mechanical theories include viscoelastic and plastic deformation, increased sarcomeres in series and neuromuscular relaxation. Additionally, a sensory theory has been proposed suggesting instead that increases in ROM are due to an alteration of sensation only (Magnusson et al., 1996).

Increases in ROM are demonstrated by an increase in end-range joint angles. When an increase in ROM is observed, it is possible that the increase is due to a decrease in muscle-tendon stiffness or an increase in muscle length. A decrease in muscle stiffness is illustrated by a decrease in the slope of the torque/angle curve. Increases in muscle length are reflected on the torque/angle curve by a shift to the right of the curve. The outcome of this right shift is a decreased stiffness and an increased joint angle for any given tension (Figure 1.1.1.a). However, ROM can also increase without a change in muscle length or stiffness by a simple increase in applied tension, which causes the muscle to stretch further (Figure 1.1.1.b) (Weppeler & Magnusson, 2010).



**Figures 2.1.1.1:** (A) Model of change in length/tension curve. (B) Model with no shift in length/tension curve however increased end-point of tension (Weppeler & Magnusson, 2010).

### 2.1.2 Acute responses

Numerous publications have studied the relationship between stretching training and contractile performance, where the majority of these have mainly focused on the acute effects of such (Rubini et al., 2007; Shrier, 2004). While the alleged benefits include performance improvement, it appears to be substantial evidence suggesting an inhibitory effect on muscle contractile performance following a single stretching session. Shrier (2004) reviewed twenty-one research studies examining the acute responses of various static stretching (SS) protocols on muscle force, torque, one repetition maximum (1RM) and power production. Twenty of the studies included in this review, reported significant decrements in muscle performance following an acute bout of stretching training (Behm et al., 2001; Cornwell et al., 2002; Cramer et al., 2004; Fowles et al., 2000; Nelson & Kokkonen 2001; Young & Behm, 2003).

Additionally to the aforementioned review, studies by Cramer et al., (2005; 2007a) and Marek et al., (2005), found decrements on various contractile parameters for the knee extensors following an acute bout of SS. Cramer et al., (2005), Cramer et al., (2007a) and Marek et al., (2005) observed significant reductions in concentric isokinetic peak torque (PT) of 3.3%, 3.4% and 3.2% (respectively). Branderburg (2006) studied the effect of SS on the hamstring muscle, reporting significant decreases in isometric MVC, concentric PT and eccentric PT (6.6%, 3.3% and 2.7% respectively).

Considering the evidence of the inhibitory acute effect of stretching exercises on performance in a warm-up setting, caution should be exercised when interpreting and generalizing these findings. Most of these studies used stretching protocols not representative of typical warm-up methods used by athletes in preparation for exercise or in rehabilitation settings. The number of sets and the duration of stretching were greater than the ranges normally recommended in the literature (Rubini et al., 2007; Young et al., 2006). Thus, the negative results in the mentioned studies may have been due to the vigorous design of the stretching program and/or the dosage of stretch on a single muscle group (Weppeler & Magnusson, 2010).

### **2.1.3 Short-term responses**

The effects of long-term stretching training and chronic stretching regimens on muscle performance have not yet been systematically investigated on a wider scale. However, a number of studies have looked into the short-term (3-10 weeks) responses of stretching training on muscle performance.

Worrell and colleagues (1994) investigated the effect of SS and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) stretching exercises on the hamstring muscle following a three week intervention. Concentric and eccentric isokinetic PT was measured revealing an increase of 11.2% and 13.5% (respectively). No significant differences were found between the SS and PNF groups for the flexibility test and therefore these two groups were collapsed when measuring the isokinetic tests. Wilson et al., (1992) examined the effect of stretching on the upper body muscle strength measured with a 1RM test on the bench press. Following eight weeks of SS of the pectoralis and deltoid musculature, subjects significantly increased their 1RM with 5.4%. Kubo et al., (2002) measured MVC of the triceps surae. Following three weeks of SS on the plantar flexors, no changes were found in this study.

Kokkonen et al., (2007) investigated the influence of a ten week stretching intervention on several athletic events. The stretching program consisted of SS of the major lower-extremity muscle groups (i.e., hamstring, quadriceps, adductors, abductors, plantar flexors, etc). The post-test scores of this intervention reported significant increases in standing long jump (2.3%), vertical jump (6.7%), 20-m sprint (1.3%), knee flexion 1RM (15.3%), knee flexion endurance (30.4%) and knee extension endurance (28%).

#### **2.1.4 Effect of stretching training on injury prevention**

Muscle damage caused by lengthening contractions is common during physical activity and sport competitions. Stretching exercises are promoted as possible means to reduce injury risk when included in warm-up procedures. The intended purpose of including stretching exercises before an athletic event is to ensure sufficient joint ROM in order to perform the athletic activity optimally and to decrease muscle stiffness. Thus, theoretically minimize the risk of injury (McHugh & Cosgrave, 2010; Rubini et al., 2007). However, there is limited and inconsistent evidence supporting the effectiveness of such practices (McNeal & Sands, 2006). Little attention has been given to the research of why stretching is beneficial for the prevention of injury risk. A possible theory, as described by McHugh & Cosgrave (2010) is that “(i) stretching makes the muscle-tendon unit more compliant, (ii) increased compliance shifts the angle-torque relationship to allow greater relative force production at longer muscle lengths, and (iii) subsequently the enhanced ability to resist excessive muscle elongation may decrease the susceptibility to a muscle strain injury”. It has been documented that a shift of the optimum angle to a longer muscle length attenuates the degree of eccentric exercise-induced muscle damage in animal studies; however, these theoretical effects has not been adequately addressed in the literature and there are several human studies that have failed to find these theoretical effects (Chen et al., 2011, McHugh & Cosgrave, 2010).

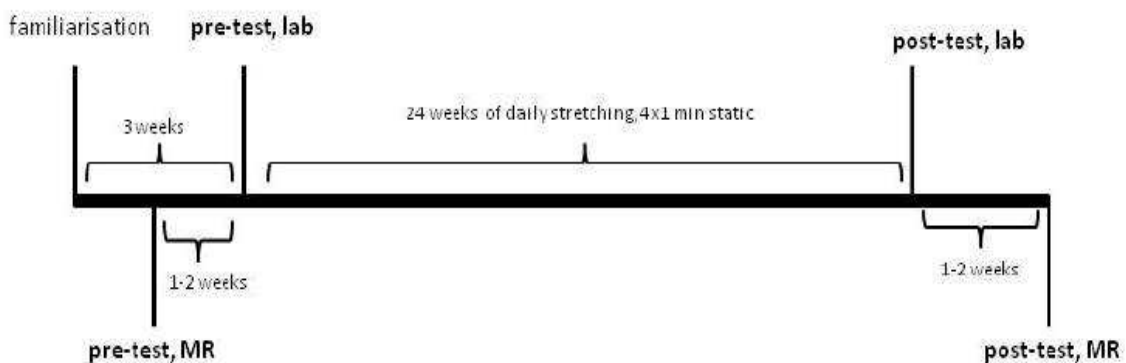
### 3. Methods

The present master thesis is part of a larger PhD project looking at the “Effect of 24 weeks of stretching on mechanical properties of the muscle-tendon unit” (Marie Moltubakk, 2014).

#### 3.1 Study design

This twenty-four weeks stretching study aimed at improving joint flexibility in ankle dorsiflexion. Unilateral stretching exercise for the plantar flexors was applied every day, while the contra lateral leg served as control. The stretching leg was chosen randomly with a draw at the familiarization session, with the exception of subjects with a large side-to-side flexibility difference ( $>10^\circ$  dorsiflexion). For these subjects the least flexible leg was chosen.

The study was performed single blinded (tester), with a within-subject component of control i.e., stretch leg vs. non-stretch leg. A series of tests were performed before and after the intervention, including a familiarization session three weeks prior to the pre-test. A minimum of thirty-six hours separated the last stretching session and the post-test. The time course of tests and intervention is shown below in Figure 3.1.1.



**Figure 3.1.1:** Timeframe of intervention. (Figure 2.2.1: Influence of 24-week stretching on tendon mechanical properties and MR signal intensity in vivo, master thesis, F. Villars, 2013, p. 18).

### **3.2 Subjects**

Thirty-one subjects, volunteered to participate in this study. The subjects were all recruited among students from the Norwegian School of Sport Sciences and the Institute of Physiotherapy at Oslo and Akershus University College of Applied Sciences.

In order to participate in the present study subjects had to fulfill the following inclusion criteria:

- Aged between 18 and 35 years.
- Not suffer from any orthopedic dysfunctions.
- No current injuries to the ankle or hamstring muscle tendon unit or injury within the last 6 months.
- (Self-reported, defined as sick leave for one or more days, and/or seeking medical assistance).
- Not undertaken habitual stretching exercise during the last five years (< 10 min, 3x per week).
- Maximal passive ROM for the ankle joint <40° in dorsiflexion.

All subjects completed a questionnaire to assess training habits and injury history. A minimum completion of 85% of all training and no more than five consecutive days without stretching was required in order to stay in the project.

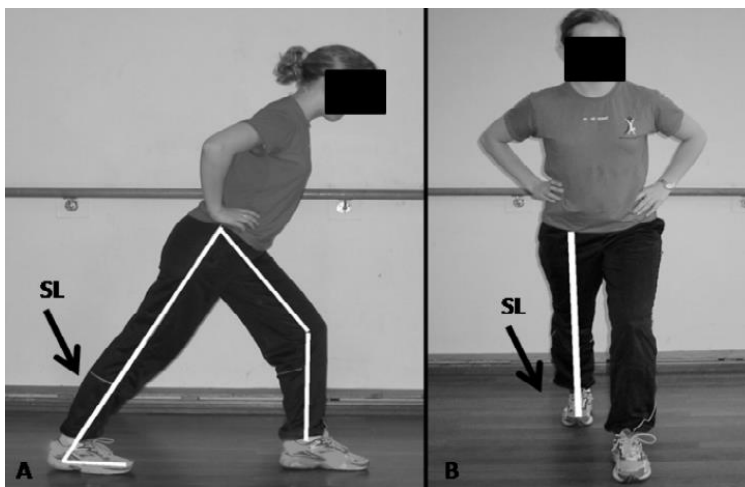
### **3.3 Ethics**

The overall project was reviewed by the ethical committee of Oslo, Norway. Following oral and written information presented during recruitment, all participants provided their written information consent. (Appendix B, page 38)

### **3.4 Stretching protocol**

The stretching protocol consisted of static stretches with as high loads as each individual could tolerate. Each subject performed four repetitions of stretch, each lasting for one minute with a sixty second break in between. The training protocol aimed at increasing the joint ROM in ankle dorsiflexion (mm. gastrocnemius and soleus). Each stretching session would begin with a brief and specific warm-up, consisting of passive and active dynamic movements towards ankle and hip end range motion. The subjects

were instructed and shown how to perform the stretching, and furthermore they received written instructions to ensure correct execution. All participants were required to keep reports of their stretching according to a standardized training protocol (Appendix A, page 37). Between the pre- and post-testing sessions subjects were contacted on a regular basis as a follow-up on progress and stretching process. When needed, small adjustments were introduced to the stretching exercises. Such adjustments included e.g. placement of an object under the anterior aspect of the foot while stretching in order to increase stretching load with increased flexibility during the intervention.



**Figure 3.4.1:** Stretching position from a lateral (A) and frontal (B) view. (Figure 2.3.1: Influence of 24-week stretching on tendon mechanical properties and MR signal intensity in vivo, master thesis, F. Villars, 2013, p. 19).

### 3.5 Testing Procedures

At the familiarization session subjects were informed about the general guidelines for all test days. These guidelines included the standardization of dietary status, clothing, time of day and exercise performed prior to test day. For each testing session, subjects were instructed to arrive at the test site without significant physical effort such as biking, running, etc. For the female subjects, all testing sessions were performed between seven and twenty-one days after the first day of menstruation, as increased estrogen levels may increase overall flexibility (Bell et al., 2009). During tests, subjects



received standardized verbal encouragements. Prior to, and during intervention, all subjects were requested and reminded to maintain their usual activity levels and modes of exercise (documented in their training protocol). Moreover, subjects were instructed to refrain from unaccustomed exercise, maintain normal diet, not take any anti-inflammatory drugs or nutritional supplements and report any illness or injury.

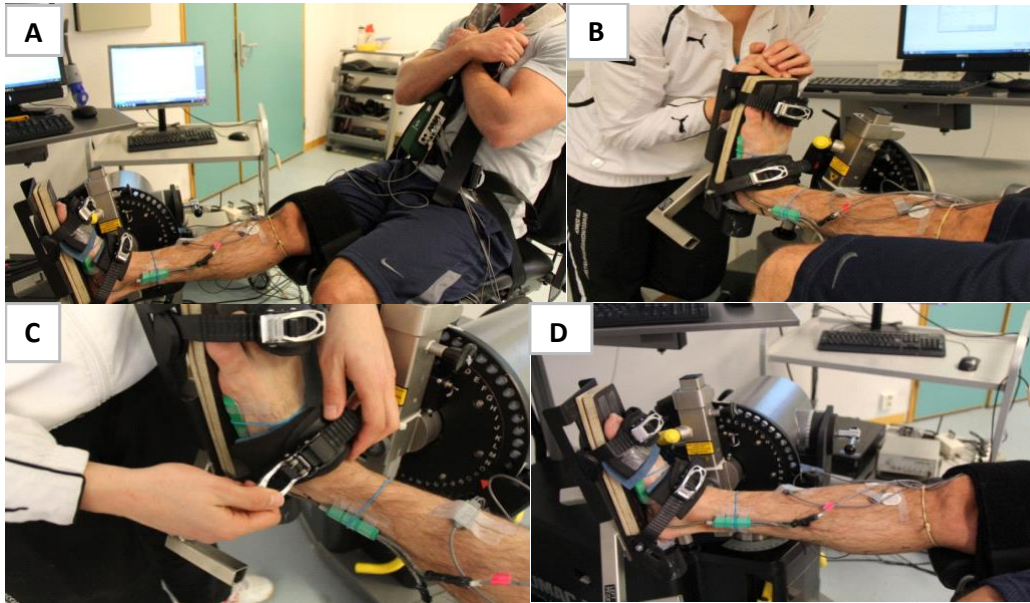
### **3.5.1 Warm-up**

All testing sessions were initiated with a five minutes warm-up on a stationary bicycle (Monark Ergonomic 828E, Monark Exercise AB, Sweden). Hereafter, subjects performed a series of maximal isometric contractions to measure plantar and dorsiflexion maximal voluntary contraction force (MVC).

These data will not be mentioned in the present thesis as they are not relevant for this project, but are part of the overall protocol. The time it took from end of warm-up until the first test (Range of motion) was approximately thirty minutes

### **3.5.2 Passive range of motion test**

ROM of the ankle joint was measured using a dynamometer (Humac Norm, HUMAC2009, CMSi Medical Solutions, Stoughton, MA, USA). Subjects were seated and fastened securely to the dynamometer chair with two belts at the shoulders. The upper body lent backwards in an angle from an upright position with the hip fixed at a joint angle of 80° and leg lying horizontally and completely extended (Figure 3.5.2: A). The knee joint was aligned with the axis of rotation of the dynamometer. The foot was firmly strapped to the footrest on the dynamometer arm at the ankle joint (Figure 3.5.2: C). Subjects were then instructed to sit relaxed prior to start. The test was carried out by one of the researchers slowly moving the subject's ankle, with manual power, from 25° in plantar flexion into maximal dorsiflexion angle (Figure 3.5.2: B). The final dorsiflexion angle was determined verbally by the subjects when reaching what was felt as a very solid but not painful stretch. The ROM, defined as the angle between anatomical zero and maximal dorsiflexion angle, was recorded and used in the following tests.



**Figure 3.5.2.1:** (A) Subject seated and securely fastened in the dynamometer chair. (B) Passive ROM test carried out by one of the researchers slowly moving the subject's ankle with manual power. (C) Foot firmly strapped to the footrest on the dynamometer arm at the ankle joint. (D) Subject's leg lying horizontally and completely extended.

### 3.5.3 Passive resistance torque test

The passive resistance test was performed in order to measure the passive resistance torque (PRT). The test was carried out on the dynamometer with subjects seated in the same posture as described previously. The PRT was measured by the dynamometer moving the ankle joint passively, starting at the angle of  $10^{\circ}$  in plantar flexion, through the ROM which was individually recorded previously on the ROM test. This movement was performed continuously three times per trial, for a total of three trials with twenty seconds of rest in between trials.

### 3.5.4 Isometric plantar flexion test

This test consisted of isometric maximal voluntary contractions (MVC) to investigate PT production of the plantar flexors. The test was performed on the dynamometer in a similar posture as previously described. In addition, a knee strap was attached over the thigh to ensure no movements of the thigh or hip area during contractions. Subjects were instructed to perform isometric MVC's at ankle joint angles of  $10^{\circ}$ ,  $0^{\circ}$ ,  $-5^{\circ}$  and  $-10^{\circ}$ . Each trial consisted of two contractions of four seconds with a sixty seconds rest between contractions. The foot and knee straps were released every third contraction in

order to maintain sufficient blood flow to the working leg. All straps were attached and adjusted by the same researcher for all tests. During contractions, visual inspection was undertaken to ensure no movement of the subject's ankle joint.

### **3.5.5 Isokinetic test**

The isokinetic test was performed with the aim of measuring dynamic PT production and angle at peak torque during plantar flexion of the ankle joint at multiple velocities. All subjects completed a practice trial in order to be familiar with the movement of the task ahead. With the same seated posture on the dynamometer as previously described, subjects were instructed to perform four trials of maximum isokinetic contractions. These trials consisted of plantar flexion at velocities of 30°/sec, 45°/sec, 60°/sec and 90°/sec. Each trial consisted of three contractions with sixty second rest between trials. A small pause between contractions was accepted and encouraged to ensure attentiveness and minimize any influence of fatigue. The ROM of this test was between the angles of -10° in dorsiflexion to 30° in plantar flexion.

## **3.6 Data**

The subjects in the present study were given randomized numbers which were used instead of actual names. During the analysis of the data the researcher was blinded from knowing which leg was stretched trained and which was control. All data recorded was stored in the dynamometer (Humac Norm, HUMAC2009, CMSi Medical Solutions, Stoughton, MA, USA) with a password protected computer. Electronic backup of data and subjects identity was kept in a locked file cabinet at NIH.

## **3.7 Data analysis**

The statistical analysis was performed with the use of the programs GraphPad Prism (GraphPad Prism 6.04, GraphPad Software, Inc.) and Excel (Microsoft Office Excel 2007 Inc., Microsoft). A two-way analysis of variance (two-way ANOVA) was used to examine the influence on the dependent variables (time x stretch). The significance level used to determine the probability of rejecting the null hypothesis was set to  $p < 0.05$  and confidence interval of 95%.

## 4. Results

There were no significant differences between the training and control leg at baseline. The baseline characteristics are presented in Tables 4.1-4.3.

**Table 4.1:** Range of motion mean values (SEM) at baseline. Values are mean  $\pm$  SEM,  $n = 18$ , \* Target difference at  $p < 0.05$ .

	Training	Control
	Pre	Pre
Range of motion [°]	17.82 (1.66)	20.18 (1.53)

**Table 4.2:** Isometric peak torque mean values (SEM) at baseline. Values are mean  $\pm$  SEM,  $n=18$ , \*Target difference at  $p < 0.05$ .

Training		+ 10°	0°	- 5°	- 10°
Peak Torque [Nm]	Pre	9,78 (32,51)	12,51 (39,20)	15,05 (41,18)	19,55 (42,30)
Control		+ 10°	0°	- 5°	- 10°
Peak Torque [Nm]	Pre	9,65 (25,98)	12,43 (32,28)	14,71 (36,32)	18,45 (37,98)

**Table 4.3:** Isokinetic peak torque and joint angle at peak torque mean values (SEM) at baseline. Values are mean  $\pm$  SEM,  $n=18$ , \*Target difference at  $p < 0.05$ .

Training		30°/s	45°/s	60°/s	90°/s
Peak Torque [Nm]	Pre	138,72 (34,51)	119,52 (29,02)	107,14 (27,92)	88,63 (24,53)
Angle at Peak Torque [°]	Pre	3,40 (3,33)	5,06 (3,33)	6,63 (3,22)	7,55 (3,76)
Control		30°/s	45°/s	60°/s	90°/s
Peak Torque [Nm]	Pre	133,34 (27,67)	118,05 (25,30)	108,27 (23,22)	91,02 (21,71)
Angle at Peak Torque [°]	Pre	3,57 (2,71)	4,85 (2,58)	5,83 (2,31)	7,58 (2,39)

### 4.1 Dropouts & Anthropometric measurements

During the intervention thirteen subjects dropped out or were excluded from the study. A total of eighteen subjects, five male and thirteen female, completed this intervention. Age and anthropometric measurements such as height and weight for the subjects are illustrated in Table 4.1.1.

**Table 4.1.1: Anthropometric measurements.**  
 Values are mean  $\pm$  SEM, n=18.

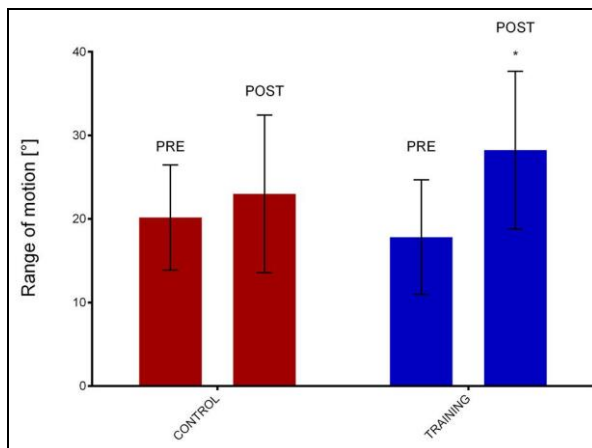
	Men [n=5]	Women [n=13]
Age [yrs]	21.75 $\pm$ 1.58	21.88 $\pm$ 1.89
Height [cm]	185.03 $\pm$ 4.00	168.95 $\pm$ 7.11
Weight [kg]	79.93 $\pm$ 11.64	63.66 $\pm$ 11.65

## 4.2 Training coherence

The mean adherence for the stretching training was of 94.22%  $\pm$  4.81 of all possible stretching sessions, resulting in a total mean of 633  $\pm$  154 minutes of stretching.

## 4.3 Range of motion

A significant increase in passive ROM was found between pre- to post-test scores for the training leg, however no significant difference was found between groups ( $P > 0.05$ ) (Figure 4.3.1). For the control leg no significant differences could be found. The mean values for ROM are reported in Table 4.3.1.



**Figure 4.3.1: Range of motion. \* Pre to post difference at  $p < 0.05$**

**Table 4.3.1: Range of motion mean values (SEM). Values are mean  $\pm$  SEM, n = 18, \* Target difference at  $p < 0.05$ .**

	Training		Control	
	Pre	Post	Pre	Post
Range of motion [°]	17.82 (1.66)	28.24 (2.29)*	20.18 (1.53)	23.00 (2.29)

#### 4.4 Passive resistance torque

For the passive resistance torque a significant difference was found for the angle of  $-10^\circ$  between pre- to post-test scores for the training leg ( $P > 0.05$ ). No significant difference was found for the rest of the angles, nor between groups (Figure 4.4.1). For the control leg no significant differences could be found. The mean values for passive resistance torque are reported in Table 4.4.1.

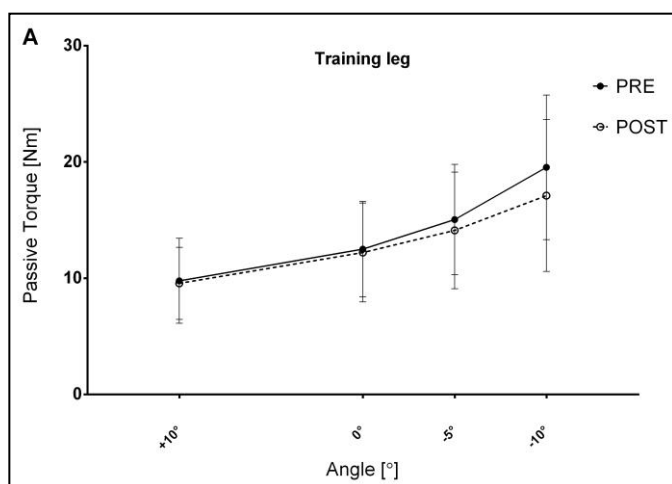


Figure 4.4.2: Passive resistance torque for the Training leg.

#### 4.5 Isometric peak torque

No significant differences were found between pre- to post-tests scores, nor between groups ( $P > 0.05$ ) (Figure 4.5.1). For the control leg no significant differences could be found. The mean values for isometric PT are reported in Table 4.5.1.

Table 4.5.1: Isometric peak torque mean values (SEM). Values are mean  $\pm$  SEM,  $n=18$ , \*Target difference at  $p < 0.05$ .

Training		+ 10°	0°	- 5°	- 10°
Peak Torque [Nm]	Pre	9,78 (32,51)	12,51 (39,20)	15,05 (41,18)	19,55 (42,30)
	Post	9,56 (37,33)	12,22 (44,96)	14,12 (48,42)	17,11 (49,82)
Control		+ 10°	0°	- 5°	- 10°
Peak Torque [Nm]	Pre	9,65 (25,98)	12,43 (32,28)	14,71 (36,32)	18,45 (37,98)
	Post	9,89 (32,49)	12,83 (40,79)	15,08 (43,99)	18,49 (45,37)

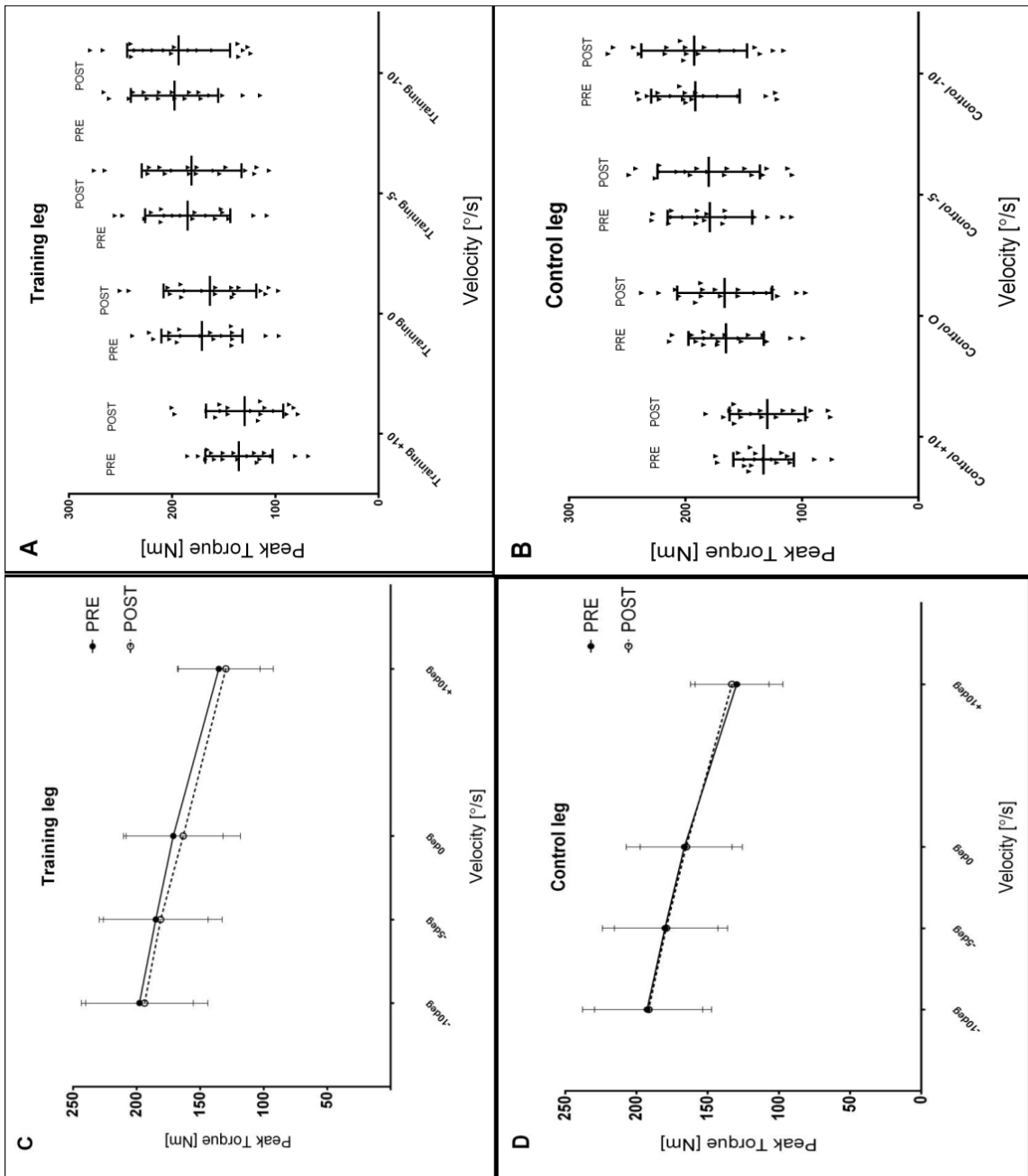


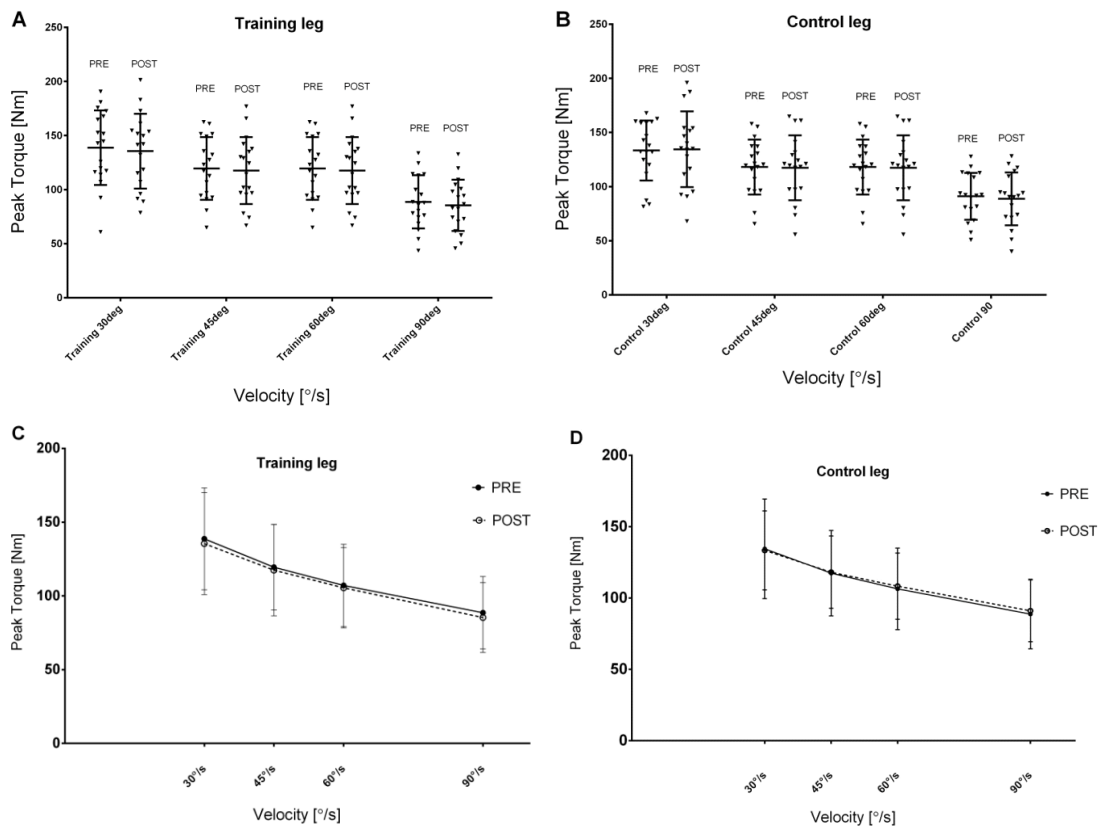
Figure 4.5.1: Isometric peak torque. Training leg (A&C), Control leg (B&D).

## 4.6 Isokinetic peak torque & angle at peak torque

No significant differences were found between pre- to post-tests scores, nor between groups ( $P>0.05$ ) (Figure 4.6.1). For the control leg no significant differences could be found. The mean values for isokinetic PT are reported in Table 4.6.1.

**Table 4.6.1:** Isokinetic peak torque and joint angle at peak torque mean values (SEM). Values are mean  $\pm$  SEM,  $n=18$ , \*Target difference at  $p<0.05$ .

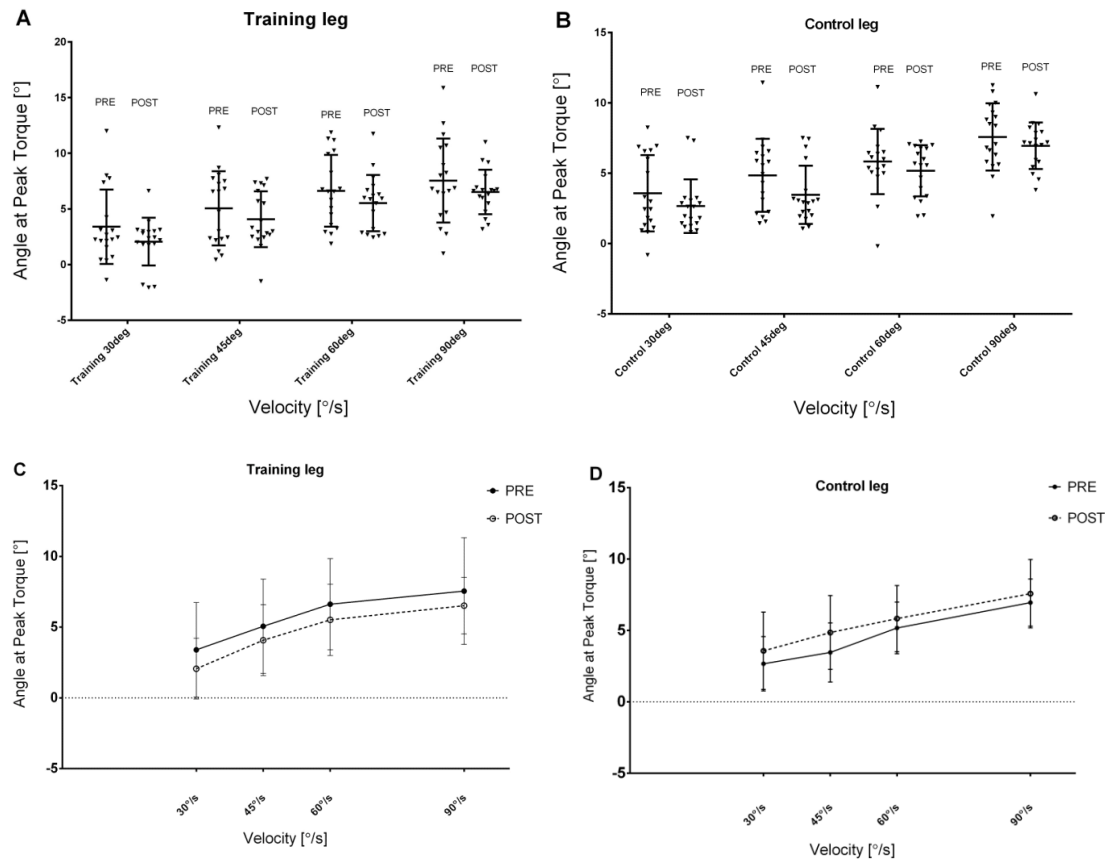
Training		30°/s	45°/s	60°/s	90°/s
Peak Torque [Nm]	Pre	138,72 (34,51)	119,52 (29,02)	107,14 (27,92)	88,63 (24,53)
	Post	135,52 (34,52)	117,48 (30,96)	105,55 (27,26)	85,35 (23,70)
Angle at Peak Torque [°]	Pre	3,40 (3,33)	5,06 (3,33)	6,63 (3,22)	7,55 (3,76)
	Post	2,06 (2,14)	4,07 (2,50)	5,52 (2,52)	6,52 (2,00)
Control		30°/s	45°/s	60°/s	90°/s
Peak Torque [Nm]	Pre	133,34 (27,67)	118,05 (25,30)	108,27 (23,22)	91,02 (21,71)
	Post	134,49 (34,94)	117,41 (29,95)	106,40 (28,57)	88,67 (24,40)
Angle at Peak Torque [°]	Pre	3,57 (2,71)	4,85 (2,58)	5,83 (2,31)	7,58 (2,39)
	Post	2,66 (1,90)	3,46 (2,07)	5,17 (1,81)	6,95 (1,65)



**Figure 4.6.1:** Isokinetic peak torque. Training leg (A&C). Control leg (B&D).



No significant differences were found for the angle at PT between pre- to post-tests scores, nor between groups ( $P>0.05$ ) (Figure 3.6.2). For the Control leg no significant differences could be found. The mean values for angle at PT are reported in Table 3.6.1.



**Figure 4.6.2:** Angle at peak torque. Training leg (A&C). Control leg (B&D).

## 5. Discussion

The aim of the present study was to investigate the long-term effects of stretching training on muscle performance. Despite a highly significant change in passive ROM, no changes are seen in muscle-contractile properties. This is surprising as it was expected to see changes in muscle contractile properties based on the results of previous studies reporting significant increases in ROM and contractile performance following stretching interventions (Chen et al., 2011; Ferreira et al., 2007; Handel et al., 1997; Worrell et al., 1994).

### 5.1 *Range of motion*

The stretching training intervention resulted in significant differences in ROM pre- to post-test for the training leg ( $P > 0.05$ ). These changes are in accord with previous studies reporting significant increases in ROM following SS, although, the increases observed in the present study are significantly larger than what has been reported previously (Barroso et al., 2012; Chen et al., 2011; Guissard et al., 2004; Marek et al., 2005; Nakamura et al., 2012; Fowles et al., 2000).

Numerous theories have been proposed to explain increases in ROM following stretching training such as neurophysiological and mechanical factors. Alternatively, a sensory theory has been proposed suggesting that the increases in passive ROM are due to an amplified tolerance to stretch (Magnusson et al., 1996). According to Weppeler & Magnusson (2010), if increases in muscle extensibility observed after stretching were due to a decrease in muscle stiffness or an increase in muscle length, there should be lasting shifts in the passive torque/angle curves. In the present study no significant changes are seen in the PRT curve, the only significant change observed was an increase in end-range joint angles. Because the end point of the passive ROM test was determined by subject sensation (pain onset), a possible explanation for the increase in ROM observed in this study may be an alteration of sensation, hence, an increased tolerance to stretch.

## **5.2 Isometric peak torque**

Although the present stretching training intervention did result in significant increases in ROM for the training leg, no significant changes were observed for the isometric PT production at any of the joint angles tested (10, 0, -5 and -10°). Other studies examining the effects of SS (Kubo et al., 2002) and PNF (Konrad et al., 2014) stretches on isometric MVC of the plantar flexors, did not find any significant changes either ( $P>0.05$ ). In contrast, Fowles et al., (2000) reported a 28% reduction in isometric MVC following a single bout of SS. Furthermore, the authors observed significant strength reductions at five (21%), fifteen (13%), thirty (12%), forty-five (10%) and sixty (9%) minutes post stretching.

A significant factor to consider for these contradicting results is the design of the stretching protocols used in these studies. The present stretching protocol consisted of daily stretches of four repetitions for sixty seconds for twenty-four weeks. The time under stretch was of four minutes per day for a total stretch time of 672 minutes. Subjects in the study by Fowles and colleagues (2000) performed a single bout consisting of thirteen stretches of two minutes each for a total duration of twenty-six minutes. Considering the different protocols, the acute decrease in isometric torque production observed in the study by Fowles et al., (2000) could be due to the vigorous design of the stretching exercise. Although the present intervention lasted for twenty-four weeks, as opposed to a single stretching session, the daily dosage of stretch (4 minutes) may not have been vigorous enough to produce any long-term effects in isometric PT production of the plantar flexors.

## **5.3 Isokinetic peak torque**

No significant differences were observed for the isokinetic PT at any of the speeds tested (30, 45, 60 and 90°/s) ( $P>0.05$ ). While the present study failed to produce any significant dynamic PT changes of the plantar flexors, Worrell et al., (1994) reported significant increases for the hamstring muscle. The stretching protocol consisted of SS and PNF stretches for four repetitions of fifteen to twenty seconds separated by 15 second rest, five days a week. ROM significantly increased with 21.2% (SS) and 25.7% (PNF). This study, which consisted of a shorter SS protocol (three weeks), with a lesser amount of total time under stretch per day (120 seconds), resulted in significant increases eccentrically at both 60 and 120°/s (8.5 and 13.5% respectively) and

concentrically at 120°/s (11.2%). The authors concluded that the improvement observed in muscle performance (isokinetic PT) was due to the increased muscle flexibility (ROM).

The scores in the ROM tests of the present study show an increment from pre- to post-test of 58.42% for the training leg. This highly significant increase in ROM is larger than the one reported in the study by Worrell and colleagues (1994). However, no significant differences were found for the isokinetic PT scores. Thus, the increase in ROM in the present study failed to produce the concurrent changes in muscle contractile output as proposed in the study by Worrell and colleagues (1994). It could be suggested that the hamstring muscle is more susceptible to changes in muscle contractile properties following stretching exercises as opposed to the triceps surae, however further studies are needed to investigate possible effects of stretching on muscular performance.

#### **5.4 Joint angle at peak torque**

The results recorded from the isokinetic test show no significant differences for the angle at PT. Small changes were observed toward greater joint angles, however these changes were not found significant ( $P>0.05$ ). Similarly, Cramer et al., (2005; 2007a; 2007b) did not find any significant changes ( $P>0.05$ ) to the joint angle at PT for the quadriceps muscle. The testing procedure consisted of eccentric and concentric isokinetic contractions at 60 and 240°/s following an acute bout of SS.

In a study by Alonso et al., (2009) hamstring flexibility was compared between subjects with tight hamstrings against subjects with normal hamstring flexibility. One of the main findings reported in this study was that hamstring flexibility affected the angle at which PT occurred and the shape of the angle/torque relationship. For subjects with tight hamstrings angle at PT occurred at smaller joint angles, creating a left shift in the angle/torque curve, compared to subjects with normal hamstring flexibility. The authors conclude that based on their results muscle flexibility affects the mechanics for muscle contraction. However, the present study did not find any changes in angle at PT, even though the passive ROM significantly increased. Based on the present results, the conclusion made by Alonso et al., (2009) could possibly only apply the hamstring muscles and not the triceps surae which was tested in the present study. A second

explanation could be that even though the present intervention was of a longitudinal design (24 weeks), it may be that a longer stretching intervention is required to produce measurable changes. Alternatively, a more vigorous stretching protocol is necessary to produce significant changes in the angle/torque relationship as observed in the study by Alonso et al., (2009).

## **5.5 Limitations**

Although the present study was well planned and carried out, there are certain limitations that must be considered.

Regarding the significant increases observed for the passive ROM in the present study, it is possible that a psychological factor may have been an influential factor. There is obviously no way to blind subjects from knowing which leg is being stretched trained and which one is used as a control. Therefore subjects may demonstrate increases in ROM because it is expected to be an outcome of stretching. As proposed by Weppeler & Magnusson, (2010) increased muscle extensibility (ROM) may be due to a motivation of subjects to tolerate greater torque application.

Due to the large size of the testing protocol, the duration of each testing session was of three to four hours. Even though breaks were implemented in the protocol in order to maintain maximal muscle performance, mental fatigue might have had an impact on the performance. Nevertheless, the testing procedure was identical for all testing sessions, which in turn might have minimized any influence of mental fatigue on the results.

In the familiarization session subjects were shown and given written instructions on how to perform the stretching exercises to ensure correct execution. Additionally, they were required to keep reports of their stretching training and contacted on a regular basis as a follow-up on progress. In a study of Konrad et al., (2014) all stretching sessions were controlled for forty-nine police cadets by their teachers for six weeks. It would have been desirable in the present study to have a researcher present on all stretching sessions in order to ensure sufficient intensity and correct technique. However, due to the duration (24 weeks) and subjects belonging to different institutes, this was not possible.

During the intervention thirteen subjects dropped out or were excluded from the study, finishing with a total of eighteen subjects. A larger group of subjects would have been desirable in order to provide for stronger results. Nevertheless, the number of subjects in the present study (n=18) is equal or similar to a number of studies mentioned in this thesis such as Cramer et al., (2007a) (n=18), Behm et al., (2001) and Wilson et al., (1992) (n=16), and Marek et al., (2005) and Worrell et al., (1994) (n=19).

## 6. Conclusion

The present study is the first long-term (>10 weeks) intervention examining the effects of stretching exercise on muscle contractile properties. The results confirm that stretching exercises increases passive ROM. Although the changes observed for the passive ROM were highly significant, the present intervention did not produce any significant changes for the muscle contractile properties.

Because the stretching training in the present study failed to produce any significant changes on muscle contractile properties, does not consequently mean that stretching has no impact on these. Further studies are needed to determine the effect of long-term stretching training on the angle/torque relationship and the impact on force production throughout ROM. Future interventions should be of equal or longer duration than the present one in order to better understand the effects of long-term stretching training. Furthermore, the use of more vigorous stretching protocols is recommended as this might be required to produce measurable changes. Additional measurements such as MRI scanning, biopsies and ultrasound recording might be required to increase knowledge and understanding of the mechanisms of stretching.

## References

- Alonso, J., McHugh, M. P., Mullaney, M. J., & Tyler, T. F. (2009). Effect of hamstring flexibility on isometric knee flexion angle-torque relationship. *Scand J Med Sci Sports, 19*, 252-256.
- Alter, M. J. (2004). *Science of Flexibility* (3 ed.). Leeds: Human Kinetics.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and conditioning* (3 ed.). Leeds: Human Kinetics.
- Barroso, R., Tricoli, V., Santos Gil, S. D., Ugrinowitsch, C., & Roschel, H. (2012). Maximal strength, number of repetitions, and total volume are differently affected by static-, ballistic-, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *J Strength Cond Res, 26*(9), 2432-2437.
- Behm, D. G., Button, D. C., & Butt, J. C. (2001). Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can. J. Appl. Physiol., 26*(3), 262-272.
- Bell, D. R., Myrick, M. P., Blackburn, J. T., Shultz, S. J., Guskiewicz, K. M., & Pauda, D. A. (2009). The effect of menstrual-cycle phase on hamstring extensibility and muscle stiffness. *Journal of Sport Rehabilitation, 18*, 553-563.
- Brandenburg, J. P. (2006). Duration of stretch does not influence the degree of force loss following static stretching. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 46*(4), 526-534.
- Brown, L. E. (2007). *Strength Training*. Leeds: Human Kinetics.
- Chen, C.-H., Nosaka, K., Chen, H.-L., Lin, M.-J., & Tseng, K.-W. (2011). Effects of flexibility training on eccentric exercise-induced muscle damage. *Med. Sci. Sports Exerc., 43*(3), 491-500.
- Cornwell, A., Nelson, A. G., & Sidaway, B. (2002). Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *Eur J Appl Physiol, 86*, 428-434.
- Cramer, J. T., Beck, T. W., Housh, T. J., Massey, L. L., Marek, S. M., Danglemeier, S., . . . Egan, A. D. (2007a). Acute effects of static stretching on characteristics of the isokinetic angle-torque relationship, surface electromyography, and mechanomyography. *Journal of Sports Sciences, 25*(6), 687-698.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Johnson, G. O., Weir, J. P., Beck, T. W., & Coburn, J. W. (2007b). An acute bout of static stretching does not affect maximal eccentric isokinetic peak torque, the joint angle at peak torque, mean power, electromyography, or mechanomyography. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 37*(3), 130-139.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Weir, J. P., Johnson, G. O., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2005a). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol, 93*, 530-539.
- Cramer, J. T., Housh, T. J., Weir, J. P., Johnson, G. O., Coburn, J. W., & Beck, T. W. (2005b). The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. *Eur J Appl Physiol, 93*, 530-539.
- Ferreira, G. N. T., Teixeira-Salmela, L. F., & Guimarães, C. Q. (2007). Gains in flexibility related to measures of muscular performance: Impact of flexibility on muscular performance. *Clin J Sport Med, 17*, 276-281.
- Fowles, J. R., Sale, D. G., & MacDougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol, 89*, 1179-1188.



- Guissard, N., & Duchateau, J. (2004). Effect of static stretch training on neural and mechanical properties of the human plantar-flexor muscles. *Muscle Nerve*, 29, 248-255.
- Handel, M., Horstmann, T., Dickhuth, H.-H., & Gülch, R. W. (1997). Effects of contract-relax stretching training on muscle performance in athletes. *Eur J Appl Physiol*, 76, 400-408.
- Kokkonen, J., Nelson, A. G., Eldredge, C., & Winchester, J. B. (2007). Chronic static stretching improves exercise performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39(10), 1825-1831.
- Konrad, A., Gad, M., & Tilp, M. (2014). Effect of PNF stretching training on the properties of human muscle and tendon structures. *Scand J Med Sci Sports*.
- Kubo, K., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2002). Effect of stretching on the viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol*, 92, 595-601.
- Marek, S. M., Cramer, J. T., Fincher, A. L., Massey, L. L., Danglemeier, S., Purkayasta, S., . . . Culbertson, J. Y. (2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*, 40(2), 94-103.
- McHugh, M. P., & Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports*, 20, 169-181.
- McNeal, J. R., & Sands, W. A. (2006). Stretching for performance. *Current Sports Medicine Reports*, 5, 141-146.
- Nakamura, M., Ikezoe, T., Takeno, Y., & Ichihashi, N. (2012). Effects of a 4-week static stretch training program on passive stiffness of human gastrocnemius muscle-tendon unit in vivo. *Eur J Appl Physiol*, 112, 2749-2755.
- Nelson, A. G., & Kokkonen, J. (2001). Acute ballistic muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 72(4), 415-419.
- Rubini, E. C., Costa, A. L. L., & Gomes, P. S. C. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports Med*, 37(3), 213-224.
- Shrier, I. (2004). Does stretching improve performance? A systematic and critical review of the literature. *Clin J Sport Med*, 14, 267-273.
- Weppler, C. H., & Magnusson, S. P. (2010). Increasing muscle extensibility: A matter of increased length or modifying sensation? *Phys Ther.*, 90, 438-449.
- Wilson, G. J., Elliot, B. C., & Wood, G. A. (1992). Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. *Sci. Sports Exerc.*, 24(1), 116-123.
- Worrell, T. W., Smith, T. L., & Winegardner, J. (1994). Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 20(3), 154-159.
- Young, W., & Behm, D. G. (2003). Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(1), 21-27.
- Young, W., Elias, G., & Power, J. (2006). Effects of static stretching volume and intensity on plantar flexor explosive force production and range of motion. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46(3), 403-411.

## List of tables

**Table 4.1:** Range of motion mean values (SEM) at baseline. Values are mean  $\pm$  SEM,  $n = 18$ , \* Target difference at  $p < 0.05$ .

**Table 4.2:** Isometric peak torque mean values (SEM) at baseline. Values are mean  $\pm$  SEM,  $n = 18$ , \* Target difference at  $p < 0.05$ .

**Table 4.3:** Isokinetic peak torque and joint angle at peak torque mean values (SEM) at baseline. Values are mean  $\pm$  SEM,  $n = 18$ , \* Target difference at  $p < 0.05$ .

**Table 4.1.1:** Anthropometric measurements. Values are mean  $\pm$  SEM,  $n = 18$ .

**Table 4.3.1:** Range of motion mean values (SEM). Values are mean  $\pm$  SEM,  $n = 18$ . \* Target difference at  $p < 0.05$ .

**Table 4.4.2:** Passive resistance torque for the Training leg.

**Table 4.5.1:** Isometric peak torque mean values (SEM). Values are mean  $\pm$  SEM,  $n = 18$ . \* Target difference at  $p < 0.05$ .

**Table 4.6.1:** Isokinetic peak torque and joint angle at peak torque mean values (SEM). Values are mean  $\pm$  SEM,  $n = 18$ , \* Target difference at  $p < 0.05$ .

## List of figures

**Figure 2.1:** Muscle-tendon anatomy. (From [http://www.medicalook.com/human\\_anatomy/organs/Skeletal\\_muscle\\_fiber.html](http://www.medicalook.com/human_anatomy/organs/Skeletal_muscle_fiber.html), 2014).

**Figures 2.1.1.1:** (A) Model of change in length/tension curve. (B) Model with no shift in length/tension curve however increased end-point of tension (Weppeler & Magnusson, 2010).

**Figure 3.1.1:** Timeframe of intervention. (Figure 2.2.1: Influence of 24-week stretching on tendon mechanical properties and MR signal intensity in vivo, master thesis, F. Villars, 2013, p. 18).

**Figure 3.4.1:** Stretching position from a lateral (A) and frontal (B) view. (Figure 2.3.1: Influence of 24-week stretching on tendon mechanical properties and MR signal intensity in vivo, master thesis, F. Villars, 2013, p. 19).

**Figure 3.5.2.1:** (A) Subject seated and securely fastened in the dynamometer chair. (B) Passive ROM test carried out by one of the researchers slowly moving the subject's ankle with manual power. (C) Foot firmly strapped to the footrest on the dynamometer arm at the ankle joint. (D) Subject's leg lying horizontally and completely extended.

**Figure 4.3.1:** Range of motion. \* Pre to post difference at  $p < 0.05$

**Figure 4.4.2:** Passive resistance torque for the Training leg.

**Figure 4.5.1:** Isometric peak torque. Training leg (A&C), Control leg (B&D).

**Figure 4.6.1:** Isokinetic peak torque. Training leg (A&C). Control leg (B&D).

**Figure 4.6.2:** Angle at peak torque. Training leg (A&C). Control leg (B&D).

# Appendix A

## *Training instructions*

Effekt av 24 ukers bevegelsestrening på mekaniske egenskaper i muskel-sene-systemet

## Bevegelsesprogram

### Beskrivelse av treningen:

- Programmet består av statisk, passiv tøyning for triceps surae og hamstrings.
- Hver av stillingene skal holdes i 1 minutt, 4 repetisjoner. Gjør triceps surae og hamstrings vekselvis: TS – hamstrings – TS – hamstrings osv (totalt 8 tøyninger), så trenger du ikke å legge inn ekstra pausetid.
- Tøyningene skal gjøres med så høy intensitet som du tolererer. Du skal kjenne en solid tøyning, men ikke smerte.
- Unngå å «gynte» i stillingene, men gå langsomt lenger inn i tøyningen etter hvert som du kjenner at tøyningen slipper.
- Programmet skal KUN gjøres på det benet du har fått beskjed om. For det andre benet kan du ikke tøye systematisk. Uttøyning etter løping o.l., 1 repetisjon á 10-15 sek, er tillatt.
- Type oppvarming er frivalgt. Gjør gjerne bevegelsesprogrammet etter dine ordinære treningsøkter, men så lenge du føler deg komfortabel med å tøye, trenger du ikke være spesielt varm. Temperaturen i vevet er ikke vist å påvirke effekten av tøyningen.

### Gjennomføring:

- Treningsprogrammet skal gjøres HVER dag (7 dager i uken) i 24 uker. Dette MÅ du gå inn for!
- Har du glemt å tøye en dag, er du likevel ikke forlagt. Fyll ut treningsloggen korrekt. Det er et større problem om loggen ikke reflekterer sannheten, enn om du har gått glipp av noen få økter innimellom.
- Har du glemt en økt, er det OK å ta gårsdagens økt på morgenen, og dagens økt på kvelden. Men du kan ikke samle opp og gjennomføre flere økter samtidig (8-12 repetisjoner i samme økt): For å oppnå maksimal framgang er det viktig med jevnlig stimuli.
- Med jevne mellomrom vil vi i prosjektgruppen ta kontakt. Vi mener ikke å mase! ☺ Men innen forskning det stilles krav til at man følger litt med på at forsøkspersonene følger opp, gjør øvelsene riktig m.m.
- Hvis det oppstår noe som gjør at du er i tvil om du kan fortsette treningen (skade, alvorlig sykdom e.l.), ta kontakt med Marie så tidlig som mulig. Vi vil vurdere hvor langt treningsavbrekk du kan ha før du må tre ut av prosjektet. I tvilstilfeller kan vi sette deg i kontakt med ekspertise som kan vurdere situasjonen.

### **Tips for å hjelpe med gjennomføringen:**

- Legg treningen inn i den daglige rutinen: Ser du på et TV-program hver kveld? Rett før tannpussen? Gå 10 minutter tidligere til skolen og gjør det i forkant av forelesning?
- Samarbeid med noen i klassen din: Det er trolig mer motiverende å tøye sammen, og/eller minne hverandre på treningen. Det gjør heller ingen skade å få noen som ikke er med i prosjektet (samboer e.l.) til å tøye sammen med deg. De trenger det sikkert. 😊
- Sett opp en alarm på telefonen, som repeteres hver dag. Evt. er Astrid, Producteev o.l. praktiske, gratis apper som kan holde orden på både tøyning og andre gjøremål for deg.
- Planlegg travle dager: Kvelden før eksamen, etter en kveld på byen, sent på julaften o.l. er det vanskelig å få prioritert tøyning. Sørg for å få treningen unna på dagtid!

### **Progresjon:**

- Etter noen uker vil du antagelig oppleve at det er vanskeligere å tøye slik at du føler en solid tøyning (kanskje spesielt i ankel). Dette betyr IKKE at treningsprogrammet er nytteløst!
- At du føler mindre tøyning kan skyldes at toleransen for tøyning har begynt å endre seg. Fortsett å tøye med god intensitet. Øvelsene kan gi god effekt selv om du kjenner litt mindre.
- Etter hvert som du blir mykere, bruk tipsene som er oppgitt for å utvikle øvelsene.
- Ta kontakt med Marie dersom du er bekymret for at øvelsene ikke fungerer som de skal.

**Lykke til med treningen!**

## 1. Triceps surae



- Stå med treningsbenet en god meter bak det andre (utfall)
- Hælen på bakre ben skal være i kontakt med bakken
- Bakre fot må peke rett forover, i samme retning som hoftene
- Det bakerste kneet skal være tilnærmet strakt, men ikke overstrukket
- Skyv gjerne mot en vegg for å oppnå bedre tøyning

Progresjon når du blir mer bevegelig:

- Sett bakre ben lenger bak og senk hoftene, slik at vinkelen i ankelen blir større
- Bygg opp under forfoten på det bakerste benet, f.eks. med sammenbrettede sokker, noen aviser e.l.
- Se om du opplever mer tøyning ved å justere knevinkelen lett

## 2. Hamstrings



- Stå med treningsbenet på et trappetrinn, sofaen, en stol, e.l.
- Lett bøyd kne
- Nøytral posisjon i ankelleddet
- Pass på at bekkenet ikke roterer bort fra treningsbenet: Hold hoftekammene rett fremover, og med lik høyde på begge sider
- Len strak overkropp forover mot benet
- Støtt evt. på låret, men behold rett rygg

Progresjon når du blir mer bevegelig:

- Du vil kjenne mer tøyning ved å lene overkroppen litt lenger forover. MEN: Hvis du lener deg for langt, kan det bli tungt for ryggen å holde stillingen. Velg heller:
- Plasser treningsbenet litt høyere. Legg f.eks. anatomisk atlas under hælen! Etter hvert kan du bytte fra en lav stol til en høyere stol, e.l.



## Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

### *”Effekt av 24 ukers bevegelsestrening på mekaniske egenskaper i muskel-sene-systemet”*

#### **Bakgrunn og hensikt**

Dette er et spørsmål til deg om å delta i en forskningsstudie for å undersøke hvordan regelmessig bevegelsestrening påvirker mekaniske egenskaper i muskler, sener og bindevev. Vi håper at studien skal gi oss bedre dokumentasjon på hvilke endringer bevegelsestrening medfører, og med dét bedre innsikt i hvilke grupper som kan ha nytte av bevegelsestrening, eventuelt grupper som ikke vil ha utbytte av slik trening. Dette gjelder både ulike grupper av idrettsutøvere, mosjonister og pasienter.

Du forespørres om å delta i studien fordi du tilhører en normal, sunn populasjon, og fordi vi håper at du er interessert i mer kunnskap på dette feltet. Studien og testene som skal gjennomføres er godkjent av regional komité for medisinsk og helsefaglig forskning. Ansvarlig virksomhet er Norges idrettshøgskole (NIH).

#### **Hva innebærer studien?**

Hvis du velger å delta i studien, vil du bli trukket ut til å delta i én av to grupper. Treningsgruppen skal gjennomføre et kort bevegelsestreningsprogram for ankelstrekkene og hamstringsgruppen, den andre gruppen fungerer som kontroll og gjør derfor ingen bevegelsestrening. Før og etter treningsperioden foretas en rekke tester av bevegelse, styrke og funksjon, ved NIH. Det blir også tatt ultralyd og MR av leggen og låret hos alle forsøkspersonene. Av et mindre utvalg av forsøkspersonene vil det bli tatt vevsprøver fra gastrocnemius-muskelen. Se vedlegg A for detaljer om testene.

#### **Mulige fordeler og ulemper**

Ved å delta i studien vil du få informasjon om din styrke og bevegelse i de aktuelle leddene. Om du havner i treningsgruppen, vil du få mulighet til å øke ditt leddutslag betydelig. Du vil få praktisk erfaring med en rekke vitenskapelige tester for bevegelse og muskelfunksjon, og du vil få god innsikt i hvordan et forskningsprosjekt foregår. Dette kan være nyttig for dine videre studier.

Prosjektet vil kreve en del av din tid. Selve treningsperioden innebærer daglig bevegelsestrening i 24 uker. Treningsprogrammet tar ca 15 minutter, og er tenkt gjennomført i forbindelse med forelesninger. Programmet er også lagt opp slik at du kan gjennomføre det på egenhånd, på hvilket som helst sted, i helger, ferier og fridager.

Alle forsøkspersoner skal også ta en del tester. Før treningsperioden blir det to tester på NIH, og MR-undersøkelse i Oslo sentrum. Underveis i treningsperioden blir det to tester på NIH. Etter treningsperioden blir det tre tester på NIH, samt MR i Oslo sentrum. Hver test varer mellom 30 og 120 minutter.

Det kan oppleves ubehagelig å gjøre bevegelsestrening. Du blir oppfordret til å gå til posisjoner som tilsvarer smertegrensen din, men du har til enhver tid full kontroll med hvor hardt du tøyer. Treningsformen som benyttes er skånsom, du vil få god opplæring i øvelsene, og utførelsen din vil jevnlig bli kontrollert av erfarne instruktører, slik at risiko for skader minimeres.

Testene som foretas på NIH måler din bevegelse, styrke og funksjon. Styrketestene skal gjennomføres med maksimal innsats. Å ta i maksimalt kan oppleves ubehagelig, og kan medføre lett stølhet. Styrketesting kan i sjeldne tilfeller medføre skade på muskulatur eller sener, men risikoen for

dette er ikke større enn ved en aktiv livsførsel. Testprosedyrene anvendes regelmessig i forskning og ved testing av idrettsutøvere.

MR er en skånsom metode der et sterkt magnetfelt sammen med radiofrekvente signaler benyttes for å danne et grafisk bilde av en kroppsdel, i dette prosjektet lår og legg. Metoden medfører intet ubehag eller risiko. Ultralyd gjøres ved at en plastgjenstand – en probe – holdes mot huden din. Proben sender ut lydbølger. Når lyden passerer forskjellige vev, reflekteres litt av lyden tilbake, fanges opp, og omgjøres til bilder i en PC. Det er ikke noe ubehag eller risiko forbundet med slike ultralydundersøkelser.

Et utvalg av forsøkspersonene blir trukket ut til å ta muskelvevsprøver av gastrocnemius-muskelen. Dette kan oppleves ubehagelig, og det er alltid en viss risiko for infeksjon i såret. Erfaringsmessig er infeksjonsfaren svært liten ved de prosedyrer som blir fulgt ved Norges idrettshøgskole, og vi har til dags dato aldri hatt uhell eller skader i forbindelse med muskelvevsprøver. Det tas prøve fra den ene leggen før treningsperioden, den andre etter treningen.

### **Hva skjer med prøvene og informasjonen om deg?**

Prøvene tatt av deg og informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysningene og prøvene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. En kode knytter deg til dine opplysninger og prøver gjennom en navneliste.

Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Når resultatene fra prosjektet er ferdig behandlet og prosjektet er avsluttet, vil navnelisten bli slettet, slik at dine resultater ikke kan spores tilbake til deg. Prosjektet planlegges å avsluttes innen utgangen av 2014.

Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

### **Frivillig deltakelse**

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dette vil ikke få konsekvenser for deg.

Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Om du nå sier ja til å delta, kan du senere trekke tilbake ditt samtykke uten at det vil få konsekvenser for deg.

Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til studien, kan du kontakte Marie Moltubakk, telefon +47 90 83 72 27 / +47 23 26 23 23 eller [marie.moltubakk@nih.no](mailto:marie.moltubakk@nih.no).

**Ytterligere informasjon om studien finnes i kapittel A – utdypende forklaring av hva studien innebærer.**

**Ytterligere informasjon om biobank, personvern og forsikring finnes i kapittel B – Personvern, biobank, økonomi og forsikring.**

**Samtykkeerklæring følger etter kapittel B.**

## Kapittel A - utdypende forklaring av hva studien innebærer

### Kriterier for deltakelse

- Har fylt 18 år, men har ikke fylt 36 år
- Har ingen muskel- eller skjelettsykdommer
- Har ingen skader i ankelen eller i hamstrings i løpet av de siste 6 månedene
- Har ikke drevet regelmessig bevegelsestrening de siste 5 årene (ikke mer enn 10 min uttøying, 3 ganger per uke)
- Maksimale 25° passiv ankel dorsalfleksjon (blir kontrollert ved første oppmøte)
- Kan ikke berøre gulvet når du står med strake knær (blir kontrollert ved "sit and reach" ved første oppmøte)

### Bakgrunnsinformasjon om studien

Bevegelse er en av faktorene som avgjør en persons evne til å løse en gitt bevegelsesoppgave. Bevegelsestrening benyttes i mange sammenhenger, både med helseperspektiv og innen toppidrett. Det er likevel ikke enighet om hvorvidt bevegelsestrening kan hindre skader eller forbedre idrettsprestasjoner. Dette har i stor grad sammenheng med at verken mekanismene for endring i bevegelsesutslag eller de ulike mekaniske effektene av bevegelsestrening er verifisert.

Det finnes et fåtall forskningsprosjekter der mennesker er utsatt for bevegelsestrening over tid. Disse studiene har typisk lav kvalitet, og/eller en relativt kort treningsperiode. Denne studien er et innledende forsøk på å skaffe mer informasjon om mulige mekaniske effekter av langvarig bevegelsestrening, for å legge forholdene bedre til rette for fremtidige treningsstudier.

Denne studien undersøker hvordan regelmessig bevegelsestrening påvirker mekaniske egenskaper i muskler, sener og bindevev. Vi håper at studien skal gi oss bedre dokumentasjon på hvilke endringer bevegelsestrening medfører, og med det bedre innsikt i hvilke grupper som kan ha nytte av bevegelsestrening, eventuelt grupper som ikke vil ha utbytte av slik trening. Dette gjelder både ulike grupper av idrettsutøvere, mosjonister og pasienter.

### Tidsskjema – hva skjer og når skjer det?

Hvis du bestemmer deg for å delta i studien, fyller du ut vedlagte svarskjema, og sender det til [marie.moltubakk@nih.no](mailto:marie.moltubakk@nih.no). Samtykkeerklæringen på siste side i dette heftet leverer du når du møter til testing.

Når vi har mottatt svarskjemaet ditt, kontakter vi deg for å avtale tidspunkt for første test. Første test finner sted i andre halvdel av september. Etter den første testen får du beskjed om du er kvalifisert til å delta i studien, basert på bevegelsestester som nevnt over.

I slutten av september/første halvdel av oktober skal du inn til nok en test på NIH, og til MR-undersøkelse i Oslo sentrum. Etter disse testene foretar vi trekningen som avgjør om du skal delta i treningsgruppen eller i kontrollgruppen. Treningsperioden foregår ca oktober-april.

Når treningsperioden er ferdig, rundt påsketider, blir du kalt inn til nye tester på NIH, og ny MR-undersøkelse.

Nøyaktig dato og tidspunkt for testene fastsetter du og forskerne sammen, slik at testingen passer inn i dine øvrige gjøremål.

## Undersøkelser som blir gjort av deg

### Bevegelsestester

- Passiv bevegelse i ankel dorsalfleksjon og hoftefleksjon vil bli testet i et isokinetisk dynamometer. Benet ditt blir festet til dynamometeret, som beveger benet ditt sakte mot ytterstilling. Når bevegelsen har nådd smertegrensen din, trykker du på en knapp. Dette stopper umiddelbart bevegelsen, og fører benet ditt tilbake til nøytral posisjon.
  - Du kommer til å øve deg på denne testen, uten å gå til smertegrensen, til du er helt komfortabel med prosedyren.
- Passiv bevegelse av ankelen, i et område godt innenfor smertegrensen din, i isokinetisk dynamometer, med ultralyd (se senere).

### Styrketester

- Før testene utføres generell og spesifikk oppvarming.
- Kneekstensjon, knefleksjon, ankel dorsalfleksjon og ankel plantarfleksjon testes i isokinetisk dynamometer.
  - Testene utføres isokinetisk. Det vil si at kneet (eller ankelen) strekkes (eller bøyes) i konstant hastighet, uansett hvor mye eller lite du tar i. Du skal likevel ta i maksimalt.
  - Testene utføres både konsentrisk og eksentrisk.
- Ankel plantarfleksjon testes i isometrisk dynamometer, med ultralyd (se senere).
  - I denne testen skal du ta i gradvis, fra lav innsats til maksimal innsats i løpet av 10 sekunder.
  - Testen utføres isometrisk. Det vil si at maskinen holder ankelen din i samme posisjon, uansett hvor mye du tar i.
- Du kommer til å øve deg på disse testene, uten at du tar i maksimalt, til du er komfortabel med prosedyren.

### Hoppetester

- Hinking på ett ben i 30 sekunder, på kraftplattform.
- Maksimale svikhopp på ett ben, på kraftplattform.

### EMG

- Små elektroder som måler aktiviteten i musklene dine blir festet på forsiden og baksiden av låret og leggen. Disse elektrodene skal du ha på mens du gjør bevegelsestestene, styrketestene og hoppetestene.

### Ultralyd

- Ultralyd gjøres ved at en plastgjenstand – en probe – holdes mot huden din. Proben sender ut lydbølger. Når lyden passerer forskjellige vev, reflekteres litt av lyden tilbake, fanges opp, og omgjøres til bilder i en PC. Det er ikke noe ubehag eller risiko forbundet med slike ultralydundersøkelser.
- Ultralyd benyttes som et hjelpemiddel i noen av bevegelsestestene og styrketestene som er beskrevet over.
- I tillegg tas ultralydbilder av musklene gastrocnemius medialis og biceps femoris, samt av Akillessenen, mens du ligger avslappet på en benk.

### MR

- MR er en skånsom metode der et sterkt magnetfelt sammen med radiofrekvente signaler benyttes for å danne et grafisk bilde av en kroppsdel. Metoden medfører intet ubehag eller risiko. Eventuelle årsaker til at man ikke bør ta MR, gjennomgås av personellet før testen.
- MR utføres av spesialutdannet personell hos Curato Røntgen i Oslo sentrum.

- Det gjøres MR av leggen og låret. Ankelen din blir fiksert i 90° vinkel. Du ligger på en benk, og bena dine blir ført inn i en liten tunnel. Undersøkelsen varer ca 20 minutter. Du må ligge helt i ro så lenge undersøkelsen pågår.

#### *Prøver av muskelvev (enkelte forsøkspersoner)*

- Atten forsøkspersoner trekkes ut til å ta muskelvevsprøver av gastrocnemius medialis: Ti personer fra treningsgruppen og åtte fra kontrollgruppen.
- Vevsprøver foretas ved hjelp av en spesialnål. Nålen stikkes inn i muskelen, hvor den henter ut en svært liten bit av muskelen. Før prøven gis lokalbedøvelse.
- Det tas vevsprøve fra den ene leggen før treningsperioden, den andre leggen etter treningsperioden.

#### *Antropometriske mål*

- Måling av høyde, vekt, benlengde og legglengde.

#### *Spørreskjema*

- Dominant ben – hvilket ben foretrekker du å sparke en ball med?
- Treningsbakgrunn
- Nåværende treningsvaner
- Tidligere skader

#### **Mulige fordeler**

Ved å delta i studien vil du få informasjon om din styrke og bevegelsestrening i bena. Om du havner i treningsgruppen, vil du få mulighet til å øke ditt leddutslag betydelig. Du vil få praktisk erfaring med en rekke vitenskapelige tester for bevegelsestrening og muskelfunksjon, og du vil få god innsikt i hvordan et forskningsprosjekt foregår. Dette kan være nyttig for dine videre studier.

#### **Mulige ubehag/ulemper**

Prosjektet vil kreve en del av din tid. Selve treningsperioden innebærer daglig bevegelsestrening i 24 uker. Treningsprogrammet tar ca 15 minutter, og er tenkt gjennomført i forbindelse med forelesninger. Programmet er også lagt opp slik at du kan gjennomføre det på egenhånd, på hvilket som helst sted, i helger, ferier og fridager.

Alle forsøkspersoner skal også ta en del tester. Før treningsperioden blir det to tester på NIH, og MR-undersøkelse i Oslo sentrum. Underveis i treningsperioden blir det to tester på NIH. Etter treningsperioden blir det tre tester på NIH, samt MR i Oslo sentrum. Hver test varer mellom 30 og 120 minutter.

Det kan oppleves ubehagelig å gjøre bevegelsestrening. Du blir oppfordret til å gå til posisjoner som tilsvarer smertegrensen din, men du har til enhver tid full kontroll med hvor hardt du tøyer. Treningsformen som benyttes er skånsom, du vil få god opplæring i øvelsene, og utførelsen din vil jevnlig bli kontrollert av erfarne instruktører, slik at risiko for skader minimeres.

Testene som foretas på NIH måler din bevegelsestrening, styrke og funksjon. Styrketestene skal gjennomføres med maksimal innsats. Å ta i maksimalt kan oppleves ubehagelig, og kan medføre lett støyhet. Styrketestingen kan medføre enkelte skader på muskulatur eller sener, men risikoen for dette er ikke større enn ved en aktiv livsførsel.

Ultralyd og MR av muskel-sene-systemet innebærer intet ubehag eller risiko.

Prøver av muskelvev kan oppleves ubehagelig, og det er alltid en viss risiko for infeksjon i såret. Erfaringsmessig er infeksjonsfaren svært liten ved de prosedyrer som blir fulgt ved Norges idrettshøgskole, og vi har til dags dato aldri hatt uhell eller skader i forbindelse med muskelvevsprøver.

### **Økonomi**

Forsøkspersoner som har lang reisevei til teststedene, vil få mulighet til å levere reiseregning etter nærmere avtale.

### **Du har rett på informasjon**

Alle testene i prosjektet prøves ut i perioden før studiestart. Dersom utprøvingen gir oss informasjon som du bør kjenne til, vil vi gi deg beskjed umiddelbart.

## **Kapittel B - Personvern, biobank, økonomi og forsikring**

### **Personvern**

Opplysninger som registreres om deg er navn, alder, treningsbakgrunn, og resultater fra testene som er beskrevet i kapittel A.

Informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysningene og prøvene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennerende opplysninger. En tallkode knytter deg til dine opplysninger og testresultater gjennom en navneliste.

Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Når resultatene fra prosjektet er ferdig behandlet og prosjektet er avsluttet, vil navnelistene bli slettet, slik at dine resultater ikke kan spores tilbake til deg. Prosjektet planlegges å avsluttes innen utgangen av 2014

Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

Norges idrettshøgskole ved administrerende direktør er databehandlingsansvarlig.

### **Biobank**

Muskelvevsprøvene som blir tatt og informasjonen utledet av dette materialet vil bli lagret i en forskningsbiobank ved Norges idrettshøgskole. Hvis du sier ja til å delta i studien, gir du også samtykke til at det biologiske materialet og analyseresultater inngår i biobanken. Jens Bojsen-Møller er ansvarshavende for forskningsbiobanken. Biobanken planlegges å vare til 2014. Etter dette vil materiale og opplysninger bli destruert og slettet etter interne retningslinjer.

### **Utlevering av materiale og opplysninger til andre**

Hvis du sier ja til å delta i studien, gir du også ditt samtykke til at prøver og aidentifiserte opplysninger utleveres til Bispebjerg Hospital, Danmark, som er samarbeidspartner i prosjektet.

### **Retten til innsyn og sletting av opplysninger om deg og sletting av prøver**

Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du

trekker deg fra studien, kan du kreve å få slettet innsamlende prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

### **Økonomi og Norges idrettshøgskoles rolle**

Studien og biobanken er finansiert gjennom midler fra Norges idrettshøgskole. Denne finansieringen innebærer ingen interessekonflikter, etiske eller praktiske utfordringer.

### **Forsikring**

Deltagere i studien er forsikret gjennom Norges idrettshøgskoles næringslivsforsikring hos Gjensidige.

### **Informasjon om utfallet av studien**

Som deltager i prosjektet har du rett til å få opplyst både dine egne resultater, og informasjon om resultatene av studien totalt sett. Denne informasjonen vil bli sendt til forsøkspersonene når prosjektet avsluttes. Du kan også få tilsendt informasjonen ved å kontakte [marie.moltubakk@nih.no](mailto:marie.moltubakk@nih.no).

## **Samtykke til deltakelse i studien**

Jeg er villig til å delta i studien

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Stedfortredende samtykke når berettiget, enten i tillegg til personen selv eller istedenfor

-----  
(Signert av nærstående, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

-----  
(Signert, rolle i studien, dato)

## Utfylling:

Hver uke har en egen linje, hver ukedag har en egen kolonne. Hver ukedag er delt i ankel og hamstrings. Hvis du har vært syk, har fått en skade eller annet som gjør at treningen ikke har gått som normalt, føres dette under merknader.

Under "timer trening" fører du opp ca hvor mange timer du har trent styrke for beina og kondisjon. For **kondisjon** er minimumskrav er at du blir anpusten. For **styrke**: Hvis du bare har trent bein, regner du med hele treningsøkten inkl oppvarming og pauser mellom sett osv. Hvis du har trent overkropp i tillegg, forsøk å anslå omtrentlig andel. **Denne tidsregistreringen er altså ikke svært detaljert. Omtrentlig mengde er godt nok.**

Skjemaet kan du printe ut og levere på papir, eller du kan sende det elektronisk til [marie.moltubakk@nih.no](mailto:marie.moltubakk@nih.no).

## TRENINGSLOGG FOR: EKSEMPEL

M	Ti	O	To	F	L	S
---	----	---	----	---	---	---

UKE 1	ankel					
	hamstrings					

Timer trening pr uke: \_\_\_\_\_ Eventuelle merknader: \_\_\_\_\_

Kondisjon: 2

Styrke ben: 1

UKE 2	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: 0

Styrke ben: 1

Høy feber ons-tors, fikk ikke trent.

UKE 3	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: 4

Styrke ben: 1

Overtrakk i ankelen, fikk ikke trent ankel.

UKE 4	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: 3

Styrke ben: 0



# TRENINGSLOGG FOR:

M	Ti	O	To	F	L	S
---	----	---	----	---	---	---

Timer trening pr uke: \_\_\_\_\_ Eventuelle merknader: \_\_\_\_\_

UKE 1	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 2	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 3	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 4	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 5	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 6	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 7	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 8	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

# TRENINGSLOGG FOR:

M T i O To F L S

Timer trening:

Eventuelle merknader:

UKE 9	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 10	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 11	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 12	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 13	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 14	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 15	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 16	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

# TRENINGSLOGG FOR:

M	Ti	O	To	F	L	S
---	----	---	----	---	---	---

Timer trening: \_\_\_\_\_ Eventuelle merknader: \_\_\_\_\_

UKE 17	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 18	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 19	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 20	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 21	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 22	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 23	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 24	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

# TRENINGSLOGG FOR:

M T i O To F L S

Timer trening: \_\_\_\_\_ Eventuelle merknader: \_\_\_\_\_

UKE 25	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 26	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 27	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 28	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 29	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 30	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 31	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 32	ankel								
	hamstrings								

Kondisjon:  
Styrke ben:

# Test protocol for PRE/POST test:

1. Sign consent form (only pre-test) Marie
  
2. **Anthropometry** Marie
  - a. Height, weight
  - b. Leg length
  - c. Lower leg length: lat. epicondyle → post. calc.

## Test protocol Mechanical properties:

3. **EMG application (2 legs)**
  - a. Wash Marie
  - b. Transparency marks → leg Fabi/Marie
  - c. Razor Fabienne
  - d. Prepare foot with tape for goniometer Fabienne
  - e. Sanding, wipe, electrodes Marie
  - f. Connect cables Christian
  - g. Confirm signal on Noraxon Marie
  - h. Tape grey boxes + secure cables + rubberbands Fabi/Christian
  - i. Extra tape on top of GM electrodes (protect from US gel) Fabienne
  
4. **Warm-up** on bike + questionnaire

a. Prepare probe holder with gaffa and sports tape

Fabi/Marie

b. Move Noraxon

Christian

5. **Preparation for Ramp (1 leg)**

All

a. Wipe foot

b. Choose goniometer placement, apply plastic tape on skin

c. Apply goniometer + fix with plastic tape

d. Rubber bands around goniometer

e. Connect goniometer

## 6. Ramp tests in Achilles (1 leg)

- a. Strapping: Two foot straps + padding Fabienne
- b. Instructing subject **before** tests Marie
  - i. (incl arms – toe curl - foot rotation – unstrapping)
- c. Instructing subject and coordinating recording **during** trial Fabienne
- d. Straps are opened + knee bent between each trial Marie
  
- e. **Trials MVC:**
  - i. Plantar 2x MVC
  - ii. Dorsi 2x MVC
- f. Noraxon: Christian
  - i. Zero offset before plantar, before dorsi, remaining trials with trigger
  - ii. Save as MVC PF 2R/L and MVC DF 2R/L
  - iii. Note force levels, to compare ramp trials Christian
  - iv. Choose 2,3V or 3,5V transparency Christian
  - v. change scaling on screen accordingly Christian

- g. Apply external markers Marie
  - i. Distal to MTJs, proximal to calc
- h. **Trials ramp:**
  - i. Scan SOL junction x3 – preset AT RAMP
  - ii. Scan GM junction x3 – preset GT RAMP
  - iii. Scan calcaneus x3 – preset AT RAMP
- i. Noraxon: Christian
  - i. Zero offset per set only, remaining trials with trigger
  - ii. Save as stiff SOL 4R/L, stiff GM 4R/L, stiff calc 4R/L
- j. US: Acquire + trigger per trial Fabienne
- k. Approved trial =
  - i. good US image Marie
  - ii. no force decreases or large force deviations Christian
  
- 7. Move US and Noraxon to Norm Christian
- 8. Move subject, norm position setup Fabienne, Marie
- 9. Apply external markers Marie
  - a. Proximal to MTJs, Proximal to calc, Mid of GM fascicles



10. **Passive tests in Norm (1 leg)**

- a. Ankle strap Fabienne
- b. Norm: Manual ROM determination with “track patient ROM” Fabienne
- c. **CPM trials:**
  - i. 2x short movement, scan SOL MTJ – preset AT passive
  - ii. 2x short movement, scan calcaneus insertion
- d. US: Video acquire, start before trial is started Fabienne
- e. Noraxon: Christian
  - i. Zero offset repetition in Noraxon, then trials with trigger
  - ii. Save as CPM 4R/L
- f. **Further tests in Norm (not relevant for this study)**

11. **Get ready for 2nd leg, starting with warmup**

**FABIENNE:** Prepare Norm PC for other side, new gonio, probeholder

**MARIE:** Prepare Norm chair for other side, check test papers

**CHRISTIAN:** Move US, Noraxon, footplates

(redo steps 3.-9.)

## **Appendix B**

### ***Written informant consent***

## Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet

### *”Effekt av 24 ukers bevegelsestrening på mekaniske egenskaper i muskel-sene-systemet”*

#### **Bakgrunn og hensikt**

Dette er et spørsmål til deg om å delta i en forskningsstudie for å undersøke hvordan regelmessig bevegelsestrening påvirker mekaniske egenskaper i muskler, sener og bindevev. Vi håper at studien skal gi oss bedre dokumentasjon på hvilke endringer bevegelsestrening medfører, og med dét bedre innsikt i hvilke grupper som kan ha nytte av bevegelsestrening, eventuelt grupper som ikke vil ha utbytte av slik trening. Dette gjelder både ulike grupper av idrettsutøvere, mosjonister og pasienter.

Du forespørres om å delta i studien fordi du tilhører en normal, sunn populasjon, og fordi vi håper at du er interessert i mer kunnskap på dette feltet. Studien og testene som skal gjennomføres er godkjent av regional komité for medisinsk og helsefaglig forskning. Ansvarlig virksomhet er Norges idrettshøgskole (NIH).

#### **Hva innebærer studien?**

Hvis du velger å delta i studien, vil du bli trukket ut til å delta i én av to grupper. Treningsgruppen skal gjennomføre et kort bevegelsestreningsprogram for ankelstrekkene og hamstringsgruppen, den andre gruppen fungerer som kontroll og gjør derfor ingen bevegelsestrening. Før og etter treningsperioden foretas en rekke tester av bevegelse, styrke og funksjon, ved NIH. Det blir også tatt ultralyd og MR av leggen og låret hos alle forsøkspersonene. Av et mindre utvalg av forsøkspersonene vil det bli tatt vevsprøver fra gastrocnemius-muskelen. Se vedlegg A for detaljer om testene.

#### **Mulige fordeler og ulemper**

Ved å delta i studien vil du få informasjon om din styrke og bevegelse i de aktuelle leddene. Om du havner i treningsgruppen, vil du få mulighet til å øke ditt leddutslag betydelig. Du vil få praktisk erfaring med en rekke vitenskapelige tester for bevegelse og muskelfunksjon, og du vil få god innsikt i hvordan et forskningsprosjekt foregår. Dette kan være nyttig for dine videre studier.

Prosjektet vil kreve en del av din tid. Selve treningsperioden innebærer daglig bevegelsestrening i 24 uker. Treningsprogrammet tar ca 15 minutter, og er tenkt gjennomført i forbindelse med forelesninger. Programmet er også lagt opp slik at du kan gjennomføre det på egenhånd, på hvilket som helst sted, i helger, ferier og fridager.

Alle forsøkspersoner skal også ta en del tester. Før treningsperioden blir det to tester på NIH, og MR-undersøkelse i Oslo sentrum. Underveis i treningsperioden blir det to tester på NIH. Etter treningsperioden blir det tre tester på NIH, samt MR i Oslo sentrum. Hver test varer mellom 30 og 120 minutter.

Det kan oppleves ubehagelig å gjøre bevegelsestrening. Du blir oppfordret til å gå til posisjoner som tilsvarer smertegrensen din, men du har til enhver tid full kontroll med hvor hardt du tøyer. Treningsformen som benyttes er skånsom, du vil få god opplæring i øvelsene, og utførelsen din vil jevnlig bli kontrollert av erfarne instruktører, slik at risiko for skader minimeres.

Testene som foretas på NIH måler din bevegelse, styrke og funksjon. Styrketestene skal gjennomføres med maksimal innsats. Å ta i maksimalt kan oppleves ubehagelig, og kan medføre lett stølhet. Styrketesting kan i sjeldne tilfeller medføre skade på muskulatur eller sener, men risikoen for

dette er ikke større enn ved en aktiv livsførsel. Testprosedyrene anvendes regelmessig i forskning og ved testing av idrettsutøvere.

MR er en skånsom metode der et sterkt magnetfelt sammen med radiofrekvente signaler benyttes for å danne et grafisk bilde av en kroppsdel, i dette prosjektet lår og legg. Metoden medfører intet ubehag eller risiko. Ultralyd gjøres ved at en plastgjenstand – en probe – holdes mot huden din. Proben sender ut lydbølger. Når lyden passerer forskjellige vev, reflekteres litt av lyden tilbake, fanges opp, og omgjøres til bilder i en PC. Det er ikke noe ubehag eller risiko forbundet med slike ultralydundersøkelser.

Et utvalg av forsøkspersonene blir trukket ut til å ta muskelvevsprøver av gastrocnemius-muskelen. Dette kan oppleves ubehagelig, og det er alltid en viss risiko for infeksjon i såret. Erfaringsmessig er infeksjonsfaren svært liten ved de prosedyrer som blir fulgt ved Norges idrettshøgskole, og vi har til dags dato aldri hatt uhell eller skader i forbindelse med muskelvevsprøver. Det tas prøve fra den ene leggen før treningsperioden, den andre etter treningen.

### **Hva skjer med prøvene og informasjonen om deg?**

Prøvene tatt av deg og informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysningene og prøvene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. En kode knytter deg til dine opplysninger og prøver gjennom en navneliste.

Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Når resultatene fra prosjektet er ferdig behandlet og prosjektet er avsluttet, vil navnelisten bli slettet, slik at dine resultater ikke kan spores tilbake til deg. Prosjektet planlegges å avsluttes innen utgangen av 2014.

Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

### **Frivillig deltakelse**

Det er frivillig å delta i studien. Du kan når som helst og uten å oppgi noen grunn trekke ditt samtykke til å delta i studien. Dette vil ikke få konsekvenser for deg.

Dersom du ønsker å delta, undertegner du samtykkeerklæringen på siste side. Om du nå sier ja til å delta, kan du senere trekke tilbake ditt samtykke uten at det vil få konsekvenser for deg.

Dersom du senere ønsker å trekke deg eller har spørsmål til studien, kan du kontakte Marie Moltubakk, telefon +47 90 83 72 27 / +47 23 26 23 23 eller [marie.moltubakk@nih.no](mailto:marie.moltubakk@nih.no).

**Ytterligere informasjon om studien finnes i kapittel A – utdypende forklaring av hva studien innebærer.**

**Ytterligere informasjon om biobank, personvern og forsikring finnes i kapittel B – Personvern, biobank, økonomi og forsikring.**

**Samtykkeerklæring følger etter kapittel B.**

## Kapittel A - utdypende forklaring av hva studien innebærer

### Kriterier for deltakelse

- Har fylt 18 år, men har ikke fylt 36 år
- Har ingen muskel- eller skjelettsykdommer
- Har ingen skader i ankelen eller i hamstrings i løpet av de siste 6 månedene
- Har ikke drevet regelmessig bevegelsestrening de siste 5 årene (ikke mer enn 10 min uttøying, 3 ganger per uke)
- Maksimale 25° passiv ankel dorsalfleksjon (blir kontrollert ved første oppmøte)
- Kan ikke berøre gulvet når du står med strake knær (blir kontrollert ved "sit and reach" ved første oppmøte)

### Bakgrunnsinformasjon om studien

Bevegelse er en av faktorene som avgjør en persons evne til å løse en gitt bevegelsesoppgave. Bevegelsestrening benyttes i mange sammenhenger, både med helseperspektiv og innen toppidrett. Det er likevel ikke enighet om hvorvidt bevegelsestrening kan hindre skader eller forbedre idrettsprestasjoner. Dette har i stor grad sammenheng med at verken mekanismene for endring i bevegelsesutslag eller de ulike mekaniske effektene av bevegelsestrening er verifisert.

Det finnes et fåtall forskningsprosjekter der mennesker er utsatt for bevegelsestrening over tid. Disse studiene har typisk lav kvalitet, og/eller en relativt kort treningsperiode. Denne studien er et innledende forsøk på å skaffe mer informasjon om mulige mekaniske effekter av langvarig bevegelsestrening, for å legge forholdene bedre til rette for fremtidige treningsstudier.

Denne studien undersøker hvordan regelmessig bevegelsestrening påvirker mekaniske egenskaper i muskler, sener og bindevev. Vi håper at studien skal gi oss bedre dokumentasjon på hvilke endringer bevegelsestrening medfører, og med det bedre innsikt i hvilke grupper som kan ha nytte av bevegelsestrening, eventuelt grupper som ikke vil ha utbytte av slik trening. Dette gjelder både ulike grupper av idrettsutøvere, mosjonister og pasienter.

### Tidsskjema – hva skjer og når skjer det?

Hvis du bestemmer deg for å delta i studien, fyller du ut vedlagte svarskjema, og sender det til [marie.moltubakk@nih.no](mailto:marie.moltubakk@nih.no). Samtykkeerklæringen på siste side i dette heftet leverer du når du møter til testing.

Når vi har mottatt svarskjemaet ditt, kontakter vi deg for å avtale tidspunkt for første test. Første test finner sted i andre halvdel av september. Etter den første testen får du beskjed om du er kvalifisert til å delta i studien, basert på bevegelsestester som nevnt over.

I slutten av september/første halvdel av oktober skal du inn til nok en test på NIH, og til MR-undersøkelse i Oslo sentrum. Etter disse testene foretar vi trekningen som avgjør om du skal delta i treningsgruppen eller i kontrollgruppen. Treningsperioden foregår ca oktober-april.

Når treningsperioden er ferdig, rundt påsketider, blir du kalt inn til nye tester på NIH, og ny MR-undersøkelse.

Nøyaktig dato og tidspunkt for testene fastsetter du og forskerne sammen, slik at testingen passer inn i dine øvrige gjøremål.

## Undersøkelser som blir gjort av deg

### Bevegelsestester

- Passiv bevegelse i ankel dorsalfleksjon og hoftefleksjon vil bli testet i et isokinetisk dynamometer. Benet ditt blir festet til dynamometeret, som beveger benet ditt sakte mot ytterstilling. Når bevegelsen har nådd smertegrensen din, trykker du på en knapp. Dette stopper umiddelbart bevegelsen, og fører benet ditt tilbake til nøytral posisjon.
  - Du kommer til å øve deg på denne testen, uten å gå til smertegrensen, til du er helt komfortabel med prosedyren.
- Passiv bevegelse av ankelen, i et område godt innenfor smertegrensen din, i isokinetisk dynamometer, med ultralyd (se senere).

### Styrketester

- Før testene utføres generell og spesifikk oppvarming.
- Kneestensjon, knefleksjon, ankel dorsalfleksjon og ankel plantarfleksjon testes i isokinetisk dynamometer.
  - Testene utføres isokinetisk. Det vil si at kneet (eller ankelen) strekkes (eller bøyes) i konstant hastighet, uansett hvor mye eller lite du tar i. Du skal likevel ta i maksimalt.
  - Testene utføres både konsentrisk og eksentrisk.
- Ankel plantarfleksjon testes i isometrisk dynamometer, med ultralyd (se senere).
  - I denne testen skal du ta i gradvis, fra lav innsats til maksimal innsats i løpet av 10 sekunder.
  - Testen utføres isometrisk. Det vil si at maskinen holder ankelen din i samme posisjon, uansett hvor mye du tar i.
- Du kommer til å øve deg på disse testene, uten at du tar i maksimalt, til du er komfortabel med prosedyren.

### Hoppetester

- Hinking på ett ben i 30 sekunder, på kraftplattform.
- Maksimale svikhopp på ett ben, på kraftplattform.

### EMG

- Små elektroder som måler aktiviteten i musklene dine blir festet på forsiden og baksiden av låret og leggen. Disse elektrodene skal du ha på mens du gjør bevegelsestestene, styrketestene og hoppetestene.

### Ultralyd

- Ultralyd gjøres ved at en plastgjenstand – en probe – holdes mot huden din. Proben sender ut lydbølger. Når lyden passerer forskjellige vev, reflekteres litt av lyden tilbake, fanges opp, og omgjøres til bilder i en PC. Det er ikke noe ubehag eller risiko forbundet med slike ultralydundersøkelser.
- Ultralyd benyttes som et hjelpemiddel i noen av bevegelsestestene og styrketestene som er beskrevet over.
- I tillegg tas ultralydbilder av musklene gastrocnemius medialis og biceps femoris, samt av Akillessenen, mens du ligger avslappet på en benk.

### MR

- MR er en skånsom metode der et sterkt magnetfelt sammen med radiofrekvente signaler benyttes for å danne et grafisk bilde av en kroppsdel. Metoden medfører intet ubehag eller risiko. Eventuelle årsaker til at man ikke bør ta MR, gjennomgås av personellet før testen.
- MR utføres av spesialutdannet personell hos Curato Røntgen i Oslo sentrum.

- Det gjøres MR av leggen og låret. Ankelen din blir fiksert i 90° vinkel. Du ligger på en benk, og bena dine blir ført inn i en liten tunnel. Undersøkelsen varer ca 20 minutter. Du må ligge helt i ro så lenge undersøkelsen pågår.

#### *Prøver av muskelvev (enkelte forsøkspersoner)*

- Atten forsøkspersoner trekkes ut til å ta muskelvevsprøver av gastrocnemius medialis: Ti personer fra treningsgruppen og åtte fra kontrollgruppen.
- Vevsprøver foretas ved hjelp av en spesialnål. Nålen stikkes inn i muskelen, hvor den henter ut en svært liten bit av muskelen. Før prøven gis lokalbedøvelse.
- Det tas vevsprøve fra den ene leggen før treningsperioden, den andre leggen etter treningsperioden.

#### *Antropometriske mål*

- Måling av høyde, vekt, benlengde og legglengde.

#### *Spørreskjema*

- Dominant ben – hvilket ben foretrekker du å sparke en ball med?
- Treningsbakgrunn
- Nåværende treningsvaner
- Tidligere skader

#### **Mulige fordeler**

Ved å delta i studien vil du få informasjon om din styrke og bevegelsestrening i bena. Om du havner i treningsgruppen, vil du få mulighet til å øke ditt leddutslag betydelig. Du vil få praktisk erfaring med en rekke vitenskapelige tester for bevegelsestrening og muskelfunksjon, og du vil få god innsikt i hvordan et forskningsprosjekt foregår. Dette kan være nyttig for dine videre studier.

#### **Mulige ubehag/ulemper**

Prosjektet vil kreve en del av din tid. Selve treningsperioden innebærer daglig bevegelsestrening i 24 uker. Treningsprogrammet tar ca 15 minutter, og er tenkt gjennomført i forbindelse med forelesninger. Programmet er også lagt opp slik at du kan gjennomføre det på egenhånd, på hvilket som helst sted, i helger, ferier og fridager.

Alle forsøkspersoner skal også ta en del tester. Før treningsperioden blir det to tester på NIH, og MR-undersøkelse i Oslo sentrum. Underveis i treningsperioden blir det to tester på NIH. Etter treningsperioden blir det tre tester på NIH, samt MR i Oslo sentrum. Hver test varer mellom 30 og 120 minutter.

Det kan oppleves ubehagelig å gjøre bevegelsestrening. Du blir oppfordret til å gå til posisjoner som tilsvarer smertegrensen din, men du har til enhver tid full kontroll med hvor hardt du tøyer. Treningsformen som benyttes er skånsom, du vil få god opplæring i øvelsene, og utførelsen din vil jevnlig bli kontrollert av erfarne instruktører, slik at risiko for skader minimeres.

Testene som foretas på NIH måler din bevegelsestrening, styrke og funksjon. Styrketestene skal gjennomføres med maksimal innsats. Å ta i maksimalt kan oppleves ubehagelig, og kan medføre lett støvlhet. Styrketestingen kan medføre enkelte skader på muskulatur eller sener, men risikoen for dette er ikke større enn ved en aktiv livsførsel.

Ultralyd og MR av muskel-sene-systemet innebærer intet ubehag eller risiko.

Prøver av muskelvev kan oppleves ubehagelig, og det er alltid en viss risiko for infeksjon i såret. Erfaringsmessig er infeksjonsfaren svært liten ved de prosedyrer som blir fulgt ved Norges idrettshøgskole, og vi har til dags dato aldri hatt uhell eller skader i forbindelse med muskelvevsprøver.

### **Økonomi**

Forsøkspersoner som har lang reisevei til teststedene, vil få mulighet til å levere reiseregning etter nærmere avtale.

### **Du har rett på informasjon**

Alle testene i prosjektet prøves ut i perioden før studiestart. Dersom utprøvingen gir oss informasjon som du bør kjenne til, vil vi gi deg beskjed umiddelbart.

## **Kapittel B - Personvern, biobank, økonomi og forsikring**

### **Personvern**

Opplysninger som registreres om deg er navn, alder, treningsbakgrunn, og resultater fra testene som er beskrevet i kapittel A.

Informasjonen som registreres om deg skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med studien. Alle opplysningene og prøvene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjenningse opplysninger. En tallkode knytter deg til dine opplysninger og testresultater gjennom en navneliste.

Det er kun autorisert personell knyttet til prosjektet som har adgang til navnelisten og som kan finne tilbake til deg. Når resultatene fra prosjektet er ferdig behandlet og prosjektet er avsluttet, vil navnelistene bli slettet, slik at dine resultater ikke kan spores tilbake til deg. Prosjektet planlegges å avsluttes innen utgangen av 2014

Det vil ikke være mulig å identifisere deg i resultatene av studien når disse publiseres.

Norges idrettshøgskole ved administrerende direktør er databehandlingsansvarlig.

### **Biobank**

Muskelvevsprøvene som blir tatt og informasjonen utledet av dette materialet vil bli lagret i en forskningsbiobank ved Norges idrettshøgskole. Hvis du sier ja til å delta i studien, gir du også samtykke til at det biologiske materialet og analyseresultater inngår i biobanken. Jens Bojsen-Møller er ansvarshavende for forskningsbiobanken. Biobanken planlegges å vare til 2014. Etter dette vil materiale og opplysninger bli destruert og slettet etter interne retningslinjer.

### **Utlevering av materiale og opplysninger til andre**

Hvis du sier ja til å delta i studien, gir du også ditt samtykke til at prøver og aidentifiserte opplysninger utleveres til Bispebjerg Hospital, Danmark, som er samarbeidspartner i prosjektet.

### **Retten til innsyn og sletting av opplysninger om deg og sletting av prøver**

Hvis du sier ja til å delta i studien, har du rett til å få innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg. Du har videre rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene vi har registrert. Dersom du



trekker deg fra studien, kan du kreve å få slettet innsamlede prøver og opplysninger, med mindre opplysningene allerede er inngått i analyser eller brukt i vitenskapelige publikasjoner.

### **Økonomi og Norges idrettshøgskoles rolle**

Studien og biobanken er finansiert gjennom midler fra Norges idrettshøgskole. Denne finansieringen innebærer ingen interessekonflikter, etiske eller praktiske utfordringer.

### **Forsikring**

Deltagere i studien er forsikret gjennom Norges idrettshøgskoles næringslivsforsikring hos Gjensidige.

### **Informasjon om utfallet av studien**

Som deltager i prosjektet har du rett til å få opplyst både dine egne resultater, og informasjon om resultatene av studien totalt sett. Denne informasjonen vil bli sendt til forsøkspersonene når prosjektet avsluttes. Du kan også få tilsendt informasjonen ved å kontakte [marie.moltubakk@nih.no](mailto:marie.moltubakk@nih.no).

## **Samtykke til deltakelse i studien**

Jeg er villig til å delta i studien

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Stedfortredende samtykke når berettiget, enten i tillegg til personen selv eller istedenfor

-----  
(Signert av nærstående, dato)

Jeg bekrefter å ha gitt informasjon om studien

-----  
(Signert, rolle i studien, dato)

## **Appendix C**

### ***Training log***

## Utfylling:

Hver uke har en egen linje, hver ukedag har en egen kolonne. Hver ukedag er delt i ankel og hamstrings. Hvis du har vært syk, har fått en skade eller annet som gjør at treningen ikke har gått som normalt, føres dette under merknader.

Under "timer trening" fører du opp ca hvor mange timer du har trent styrke for beina og kondisjon. For **kondisjon** er minimumskrav er at du blir anpusten. For **styrke**: Hvis du bare har trent bein, regner du med hele treningsøkten inkl oppvarming og pauser mellom sett osv. Hvis du har trent overkropp i tillegg, forsøk å anslå omtrentlig andel. **Denne tidsregistreringen er altså ikke svært detaljert. Omtrentlig mengde er godt nok.**

Skjemaet kan du printe ut og levere på papir, eller du kan sende det elektronisk til marie.moltubakk@nih.no.

## TRENINGSLOGG FOR: EKSEMPEL

M	Ti	O	To	F	L	S
---	----	---	----	---	---	---

UKE 1	ankel					
	hamstrings					
Kondisjon: 2						
Styrke ben: 1						
UKE 2	ankel					
	hamstrings					
Kondisjon: 0						
Styrke ben: 1						
UKE 3	ankel					
	hamstrings					
Kondisjon: 4						
Styrke ben: 1						
UKE 4	ankel					
	hamstrings					
Kondisjon: 3						
Styrke ben: 0						

Timer trening pr uke: **Eventuelle merknader:**

Kondisjon: 2

Styrke ben: 1

Kondisjon: 0

Styrke ben: 1

Kondisjon: 4

Styrke ben: 1

Kondisjon: 3

Styrke ben: 0

Høy feber ons-tors, fikk ikke trent.

Overtrakk i ankelen, fikk ikke trent ankel.

# TRENINGSLOGG FOR:

M	Ti	O	To	F	L	S
---	----	---	----	---	---	---

Timer trening pr uke: \_\_\_\_\_ Eventuelle merknader: \_\_\_\_\_

UKE 1	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 2	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 3	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 4	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 5	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 6	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 7	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 8	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon:  
Styrke ben:

# TRENINGSLOGG FOR:

M T i O To F L S

Timer trening: \_\_\_\_\_ Eventuelle merknader: \_\_\_\_\_

UKE 9	ankel						
	hamstrings						

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 10	ankel						
	hamstrings						

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 11	ankel						
	hamstrings						

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 12	ankel						
	hamstrings						

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 13	ankel						
	hamstrings						

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 14	ankel						
	hamstrings						

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 15	ankel						
	hamstrings						

Kondisjon:  
Styrke ben:

UKE 16	ankel						
	hamstrings						

Kondisjon:  
Styrke ben:

# TRENINGSLOGG FOR:

M	Ti	O	To	F	L	S
---	----	---	----	---	---	---

Timer trening: \_\_\_\_\_ Eventuelle merknader: \_\_\_\_\_

UKE 17	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 18	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 19	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 20	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 21	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 22	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 23	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 24	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

# TRENINGSLOGG FOR:

M	Ti	O	To	F	L	S
---	----	---	----	---	---	---

Timer trening: \_\_\_\_\_ Eventuelle merknader: \_\_\_\_\_

UKE 25	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 26	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 27	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 28	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 29	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 30	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 31	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

UKE 32	ankel					
	hamstrings					

Kondisjon: \_\_\_\_\_  
Styrke ben: \_\_\_\_\_

## **Appendix D**

### ***Test protocol***



# Test protocol for PRE/POST test:

1. Sign consent form (only pre-test) Marie

2. Anthropometry Marie

a. Height, weight

b. Leg length

c. Lower leg length: lat. epicondyle → post. calc.

## Test protocol Mechanical properties:

3. EMG application (2 legs)

a. Wash Marie

b. Transparency marks → leg Fabi/Marie

c. Razor Fabienne

d. Prepare foot with tape for goniometer Fabienne

e. Sanding, wipe, electrodes Marie

f. Connect cables Christian

g. Confirm signal on Noraxon Marie

h. Tape grey boxes + secure cables + rubberbands Fabi/Christian

i. Extra tape on top of GM electrodes (protect from US gel) Fabienne

4. Warm-up on bike + questionnaire

a. Prepare probe holder with gaffa and sports tape

Fabi/Marie

b. Move Noraxon

Christian

5. **Preparation for Ramp (1 leg)**

All

a. Wipe foot

b. Choose goniometer placement, apply plastic tape on skin

c. Apply goniometer + fix with plastic tape

d. Rubber bands around goniometer

e. Connect goniometer

## 6. Ramp tests in Achilles (1 leg)

- a. Strapping: Two foot straps + padding Fabienne
- b. Instructing subject **before** tests Marie
  - i. (incl arms – toe curl - foot rotation – unstrapping)
- c. Instructing subject and coordinating recording **during** trial Fabienne
- d. Straps are opened + knee bent between each trial Marie
  
- e. **Trials MVC:**
  - i. Plantar 2x MVC
  - ii. Dorsi 2x MVC
- f. Noraxon: Christian
  - i. Zero offset before plantar, before dorsi, remaining trials with trigger
  - ii. Save as MVC PF 2R/L and MVC DF 2R/L
  - iii. Note force levels, to compare ramp trials Christian
  - iv. Choose 2,3V or 3,5V transparency Christian
  - v. change scaling on screen accordingly Christian

- g. Apply external markers Marie
  - i. Distal to MTJs, proximal to calc
- h. **Trials ramp:**
  - i. Scan SOL junction x3 – preset AT RAMP
  - ii. Scan GM junction x3 – preset GT RAMP
  - iii. Scan calcaneus x3 – preset AT RAMP
- i. Noraxon: Christian
  - i. Zero offset per set only, remaining trials with trigger
  - ii. Save as stiff SOL 4R/L, stiff GM 4R/L, stiff calc 4R/L
- j. US: Acquire + trigger per trial Fabienne
- k. Approved trial =
  - i. good US image Marie
  - ii. no force decreases or large force deviations Christian
  
- 7. Move US and Noraxon to Norm Christian
- 8. Move subject, norm position setup Fabienne, Marie
- 9. Apply external markers Marie
  - a. Proximal to MTJs, Proximal to calc, Mid of GM fascicles

10. **Passive tests in Norm (1 leg)**

- a. Ankle strap Fabienne
- b. Norm: Manual ROM determination with “track patient ROM” Fabienne
- c. **CPM trials:**
  - i. 2x short movement, scan SOL MTJ – preset AT passive
  - ii. 2x short movement, scan calcaneus insertion
- d. US: Video acquire, start before trial is started Fabienne
- e. Noraxon: Christian
  - i. Zero offset repetition in Noraxon, then trials with trigger
  - ii. Save as CPM 4R/L
- f. **Further tests in Norm (not relevant for this study)**

11. **Get ready for 2nd leg, starting with warmup**

**FABIENNE:** Prepare Norm PC for other side, new gonio, probeholder

**MARIE:** Prepare Norm chair for other side, check test papers

**CHRISTIAN:** Move US, Noraxon, footplates

(redo steps 3.-9.)





