

Correcting Incorrect Form and Posture within Weightlifting Exercises through Electrical Muscle Stimulation (EMS)

LUCA VAN BREDA, NIELS VAN GILS, TIM MUYRERS & YINYUAN PENG,

Department of Industrial Design, Eindhoven University of Technology, The Netherlands

People often struggle with getting grasp of the correct form of weightlifting exercises which can not only cause injuries, but can also result in a lack of progress. Existing solutions focus on informing the user about their incorrect form through visual, audio or haptic feedback which can still result in an incorrect form execution since the user cannot experience how the correct execution feels like. In this paper, we propose a concept that combines both inertial sensors and EMS electrodes embodied in clothing to measure any incorrect form and automatically correct it by activating the muscles. The study results demonstrate the potential of the concept when applied to beginning weightlifters and indicate the importance of safety, comfort and agency. This work contributes to the HCI research field by providing an initial exploration and insights into the research and design considerations for future work into this topic.

Additional Key Words and Phrases: Human Computer Interaction, Electrical Muscle Stimulation, Inertial sensing, Weightlifting, Injury Prevention

ACM Reference Format:

Luca van Breda, Niels van Gils, Tim Muyrers & Yinyuan Peng. 2021. Correcting Incorrect Form and Posture within Weightlifting Exercises through Electrical Muscle Stimulation (EMS). 1, 1 (January 2021), 10 pages.

1 INTRODUCTION

Performing exercises correctly is not only essential for injury prevention [42], but also for making progress within your training [5]. However, people in the gym can have difficulties with getting a grasp of the correct form while performing weightlifting exercises [31]. This is not only applicable to beginners, but also to people that are more experienced. Incorrect form during weightlifting exercises can not only result in a lack of progress but even cause injuries [11, 12, 29].

Existing solutions focus on informing the user about their incorrect form through visual [24, 34, 40], audio [23] or haptic [7, 8] feedback. This does however only provide feedback and therefore does not guarantee that the weightlifter will be able to correct the form themselves. In contrast, we strive to correct the form of free weightlifting exercises automatically, and therefore the weightlifter no longer has to learn from already made mistakes, but prevents making the mistake in the first place. To achieve this, we propose a near-future application of Electrical Muscle Stimulation (EMS) electrodes [1, 12, 15, 27] embodied in compression fitness clothing, thus positioned close to the muscles. Next to the actuation electrodes, the clothing also includes inertial sensors (e.g. gyroscopes) to continuously measure the body

Author's address: Luca van Breda, Niels van Gils, Tim Muyrers & Yinyuan Peng
, Department of Industrial Design, Eindhoven University of Technology, The Netherlands.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than ACM must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

© 2021 Association for Computing Machinery.
Manuscript submitted to ACM

position. This information is used to determine whether the weightlifters' form is correct or not, and will be used for initial calibration and to trigger the required EMS actuation.

We performed a qualitative user study to gain insights into opinions about this concept, possible constraints, and future applications. The focus is on the agency of the user, their opinion towards correcting one's form rather than informing, and their overall opinion towards using EMS in an weightlifting environment.

The study findings demonstrate the potential of using EMS in the context of weightlifting, specifically for beginners. Additionally, the findings indicate that when using EMS to correct one's form during weightlifting exercises, it is essential to take safety, comfort and agency into consideration. This research contributes to the field of HCI and proposes preliminary considerations for further research into this topic.

2 BACKGROUND

2.1 Weightlifting

This paper focuses on correcting the form and posture within free weightlifting exercises with the use of EMS [13, 15, 27]. Free weightlifting exercises are exercises that do not provide the weightlifter with any form of guidance and therefore have the potential to produce better and quicker results in comparison to weight lifting machines (e.g. smith machine, leg press and pec-deck machine) [17, 19, 36]. Nevertheless, this lack of guidance requires more knowledge and experience on the appropriate moving patterns, velocity of the movement and correct force application than weightlifting machines do [36]. Injuries in weightlifting can, among other things, be caused by technical errors, fatigue, overloading or dropping weights [10]. To be able to perform free weightlifting exercises consistently in a correct way, the weightlifter must have a basic understanding of the mechanical specificities [36]. Yet, most gym's don't require any prior knowledge to allow access to their machines and equipment, which means that it can occur that new, inexperienced members start exercising without any guidance and prior knowledge [31]. Therefore it is possible that they never learn the proper basis of doing weightlifting exercises and embody this incorrect form in their daily and weekly exercises [31]. Additionally, they might lack knowledge on mechanical specialities [36], which increases the chances of potential injuries [19, 30] and can negatively influence the desired progression. In turn, this can result in a loss of motivation, eventually preventing people from going to the gym [29]. The risk of injury will amplify at higher resistance levels [30], underlining the importance of learning correct form as a beginner to prevent injuries in the long term. Furthermore, proper technique, safety and maintenance of muscle balance are the most important aspects in reducing the occurrence of non accidental injuries in weightlifting [10, 25].

2.2 Electrical Muscle Stimulation

The human brain controls the muscles by sending short electrical pulses which activate the muscles [6]. These signals can be replicated by EMS electrodes. EMS is a technology that actuates muscles through electrodes on the skin and induces involuntary motion of the body through muscle contraction [26]. Originally EMS was mostly used in medical rehabilitation and showed promising results in improving and speeding up the recovery [2, 39, 41].

When comparing EMS to other haptic interfaces, it clearly distinguishes itself by its efficiency, accuracy and controllability [22]. According to Tatsuno, Hayakawa and Ishikawa, electrical stimulation is superior to other haptic interfaces, since electrical stimulation can generate a large output by means of a few batteries [39]. This is also a big benefit over using exoskeletons to assist human motor actions, which requires more power and does not allow the

discreteness a EMS electrode can offer [18]. EMS forms the basis for enhanced human motor actions and provides an opportunity to control the body of a person [16, 28].

3 RELATED WORK

3.1 Form and posture measurement

Prior work that researched the form and posture measurement during weightlifting exercises, demonstrates various approaches. Sato et al.[33] for example, used accelerometry to measure weightlifting performance. Therefore, a barbell attachment containing an accelerometer was developed that showed how existing weightlifting tools can be altered unobtrusively to not only facilitate training, but to track it as well. Additionally, Flores et al.[9] demonstrated the validity and reliability of a 3-axis accelerometer in comparison to Kinematic data from 3D videography. Kowsar et al. [19] used an accelerometer to detect incorrect movements by learning from the correctly performed exercise routine. Whereas, Chatzitofis et al. [4] explored how Kinetic sensors could be used for tracking the weightlifter and collecting depth data during the experiments.

Xsens MVN by Roetenberg et al. [32] used miniature inertial sensors embodied in a suit, biomechanical models and sensor fusion algorithms to precisely measure full body movements. Furthermore, Weight-Mate by Sørensen and Jensen [35] consists of a compression suit with sensors aligned on the legs, trunk, shoulders and arms to allow weightlifters to precisely track their own body movements while supporting them in completing a deadlift with correct technique.

A study by Hodson [14] uses the depth-sensing camera from a Microsoft Kinetic gaming sensor to capture weightlifters' form in three dimensions, whereas Sutthiprapa et. al [37] used a Microsoft Kinect to analyze the form of the deadlift. Additionally, Kuruppu et. al [20] analyzed video frames of specific weightlifting exercises by utilizing bar tracking algorithms. Previous work in the field of form and posture measurement demonstrates the potential of a wide range of applications to precisely measure the form and posture during weightlifting exercises and indicate whether the form is correct or incorrect.

When looking at the specific context of this study, we see most potential in using inertial sensors in order to measure one's form during weightlifting exercises. Inertial sensing would provide the measurement technology required to create a functional sensing array capable of controlling the activation of the EMS electrodes, while not physically disturbing the weightlifter.

3.2 Feedback during weightlifting exercises

Prior work by Sewall et al. [34] for example, studied the effects of concurrent visual feedback on acquisition of a certain weightlifting skill. Similarly, Mulqueen [24] studied the usage of video modeling and video feedback to improve olympic weightlifting techniques. Vidal et. al [40] used visual feedback in the form of a wearable band to indicate whether the movement of a weightlifting exercise (e.g., bicep curl) is rushed and therefore uses other muscles than the intended biceps, instead of a constant controlled movement.

Furthermore, a study by Lorenzoni et al. [23], focused on audio feedback to inform about incorrect weightlifting form, and therefore compared musical feedback to verbal feedback from experienced trainers.

Prior work also demonstrates the application of haptic feedback to inform the user. Elvitigala et. al [7] for example, used soles to measure the Center of Pressure while performing exercises such as the squat or deadlift. The sole also provided the users with vibrotactile and visual feedback to improve their body posture for both exercises. Ewerton et. al [8] for example, used a haptic device in combination with visual feedback to demonstrate how haptic feedback

can prevent motor skill errors without the presence of a human-instructor. By giving the subjects a performance measurement, the device can help them discover and perform better movements to solve a given task.

We see previous work that uses different approaches of providing feedback to the weightlifter to inform whether the performed form is executed correctly. However, these approaches require the weightlifters to first make mistakes that need to be corrected, rather than performing the correct form and therefore we focus on preventing this mistake from the start.

3.3 Electrical Muscle Stimulation to control body parts

Related work shows various applications of EMS to control one's muscles in order to perform certain body part movements. Tatsuno et. al [39] for instance, studied the use of EMS in a supportive training system for bowling. By using EMS the researchers were able to change the rotation motion of the arm and demonstrated that using real-time electrical stimulation during training improves the performance. Additionally, Pfeiffer et al. [28] applied EMS to control the walking direction of pedestrians, proposing a new kind of navigation in which the user does not need to be concerned about the navigation task. Therefore, EMS was used to change the rotation of the leg, to directly influence the walking direction of the participants. During the study, the rotation only occurred during the swing phase of the leg and therefore it can easily be counteracted and overruled. Additionally, the study indicates the importance of the exact placement of the electrodes and addresses the individual physiological differences and small placement differences that can deteriorate the intended muscle stimulation. A study by Tamaki et. al [38] used EMS to aid the controlling of finger movements to inform appropriate hand gestures and the timing of these gestures to guide beginners with playing music instruments. Therefore, 28 electrodes pads have been used to control the motion of 16 joints in the hand. The study demonstrated that the force of the EMS was not sufficient to grasp real objects and to play the musical instrument, however it was strong enough to indicate which fingers needed to be moved. Lopes et al. [21] studied the use of EMS as an output for wearables, where it changes the motion of the wrist. This application allows for eyes-free interaction with a computer, using the human body as an output source. Furthermore, Nishida et. al [16] created preventive force-feedback systems that can speed up human reaction time without removing the users' sense of agency. The researchers demonstrate how EMS contributes to reaction times that are faster than humans are capable of, yet preserving their agency. The work of Nishida and Suzuki [26] demonstrates another application for EMS that focuses on multiple people and therefore studied the synchronous kinesthetic interaction among people. The study provides insights in how triggering one's muscle activity can improve communication between physical therapists and patients with neuromuscular disorders during rehabilitation and shows the potential of using this technology between sports players and coaches during training.

4 METHOD

4.1 CONCEPT

Our concept is a product that corrects the weightlifter's form during physical exercises, rather than providing feedback and informing about an incorrect form. The concept consists of compression fitness clothing that embodies sensors and actuators to measure and subsequently correct the weightlifters' form.

In order to do this, the product should first be able to detect if an exercise is performed correctly. Therefore, it contains inertial sensors that are embodied in the clothing and positioned close to the joints in order to measure their relative positions (Figure 2). With this information, algorithms can determine whether the form is correct.

The compression clothing also embodies EMS electrodes that are precisely located near the muscles that are required for the most common weightlifting exercises (Figure 1). Once the algorithms detect an incorrect form, it activates the electrodes that trigger the muscles required to correct the incorrect form. By constantly monitoring the form, the electrodes will stimulate the specific muscles till the inertial sensors measure that the form is correct.

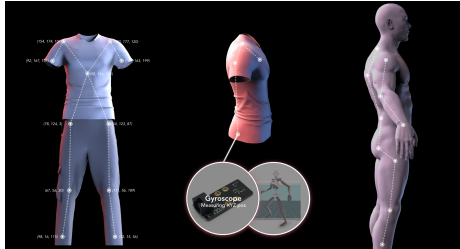


Fig. 1. Visualisation of the placement and function of EMS electrodes.

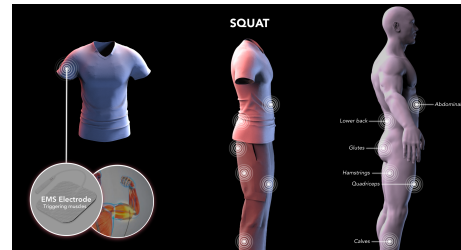


Fig. 2. Visualisation of the placement and function of Inertial Sensors.

4.2 User study

The goal of this study was to gather valuable insights into how this concept is perceived by potential users. To achieve this, a video was created to demonstrate our concept. This video was shown to the participants and thereafter, semi-structured interviews were conducted. For this study we used a qualitative approach to obtain participants' personal impressions and opinions about this concept.

4.2.1 Participants.

Participants for this qualitative study have been gathered based on the personal network of the researchers. In total 8 participants, both male and female with an age range between 18 and 55, participated in the user study. Criteria for participation were limited to at least a beginner level of weightlifting experience.

4.2.2 Procedure.

The study was conducted remotely. Before the start of the study, the participants were provided with and asked to sign a consent form (Appendix A). The study started with a short introduction by the researchers, in which the goal and the background of this study was explained. Thereafter, demographic questions were asked and the concept video was shown. The interview continued with questions related to the concept itself. A video was created to communicate the concept to the participants. The video starts with an introduction to the importance of correct form in weightlifting exercises. After that, it discussed how previous solutions tried to solve this. Next, our concept is explained, including an explanation about EMS.

4.2.3 Data collection.

Qualitative data was gathered through semi-structured interviews (Appendix B). Demographic questions were asked, including questions about the participant's experience with weightlifting and exercising, and if they have had any injuries caused by weightlifting. Questions were asked about the participant's impression of the technology and its application, including expected usage, possible constraints and other possible applications.

4.2.4 Data analysis.

The qualitative data gathered from eight semi-structured interviews was first fully transcribed (Appendix C) and analyzed using thematic analysis [3]. Within this analysis, the most important quotes from the transcriptions have been highlighted and coded. Thereafter, 11 codes have been formed that eventually led to 2 main themes.

5 RESULTS

The results demonstrate that most of the participants are unfamiliar with the concept of Electrical Muscle Stimulation. Out of the eight participants, only one is familiar with EMS and has experienced it before.

5.1 Triggering one's muscles with using EMS should be safe, comfortable and should always remain the agency of the user

Several participants indicated the importance and guarantee for safety when applying EMS in the context of weightlifting. P3 for example, indicated the importance of *"a feeling of safety and the performance of correcting"*. Additionally, P2 addressed: *"It is important that it is resistant to things such as sweat and water, so that it can't suddenly malfunction and stop doing what it is supposed to do, and maybe because of that give strange shocks"*. P5 stated that *"I would not use it if there are any risks"* and similar to P8, P5 also indicated the importance of testing the technology: *"When it is thoroughly researched and proved that there are not any risks [...] I think I would use it"*.

Additionally, the participants indicated the importance of having control or agency over the system. P1 for example indicated that *"It should be an added correction instead of taking over all your muscles"*. Furthermore, P5 stated: *"The most important thing is that I can overwrite it"* and P6 referred to: *"maybe something like an emergency stop or something [...] suppose something goes wrong and you get a very severe shock or something, that you can do something to reduce it"*. When asked how the system can be overruled to stay in control, P6 also addressed how voice commands could facilitate an emergency stop: *"Well I think the only option then may be with speech. Because those are the only muscles that can be used at that time. So, for example, that you have to say something of a word to stop."*

Furthermore the participants addressed the importance of comfort while using the concept. P4 elaborated on this, by indicating the need for clothing that stays in place during exercises *"if it is embedded in clothes, then it has to be tight and stay in place"*. P8 similarly addressed: *"If it was embodied in a tightly fitted shirt, would appreciate that the most. in that case I can always wear something on top of it and I don't need to place it all myself"*.

Additionally, P7 has previously experienced EMS electrodes and indicates that *"the EMS electrodes are uncomfortable to wear"* and *"I would wear it if it is a suit that won't interfere with my exercise"*. P8 addressed: *"That I am not hindered by it in any way. It shouldn't it, be in an annoying spot, chafe. Comfort."* Furthermore, P6 indicates: *"If it is uncomfortable, I would not wear it"*.

5.2 EMS contributes to learning the correct basis of exercises for inexperienced weightlifters

The participants see potential in automatically correcting weightlifters' form to provide beginners with a strong baseline and assist progression into new weight categories for optimal progression. P5 encounters sporters training suboptimally by not having the correct form and posture; *"I see people perform exercises incorrectly. Most of the time the execution isn't like really bad, but just not as efficient as it could be"*. The participants imagine that the concept will mostly be used for new exercises and for progressing towards new weight categories. As addressed by P6; *"If you are going to learn a new exercise and if you do not know the posture then you would use it. And maybe also if you are going to take a step higher in your weight."* Most participants acknowledge the importance of good posture which could not only prevent injuries but

can also speed up progress. P5 for instance, explains; *“I think this technology can speed up the progress because the most efficient form is learned from the beginning. [...] This concept can let beginners experience and feel how the correct form execution feels like, this is something that cannot be achieved via an app”*. Additionally, P1 supports this by indicating: *“I think especially in the begin phase it could enhance your progress”*. Finally the participants indicated the importance of learning the correct form through the concept. Some participants were not convinced that correcting directly taught them how to perform the exercise correctly in the future. As addressed by P7: *“it doesn’t tell me how to do an exercise correctly.”* Finally the participants reflected on how the concept could also be useful in a different context. P4 explained: *“I think I would also say in those kind [supermarket employees] of places with a lot of physical work, I think it could also make a contribution because a lot of people, especially young workers, are not really aware of the long-term effects that it can have”*. But besides lifting, P8 also sees benefit in using the technology for prolonged sedentary behaviour, like for instance at work *“It would be good for working at an office. Working with a laptop, or with a computer. If you are sitting at your desk. It would be very nice if you would get those pulses when you are not sitting well. I would actually prefer that, I do it more than weightlifting.”*

5.3 Discussion

5.3.1 *Triggering one’s muscles with using EMS should be safe, comfortable and should always remain the agency of the user.*

The results demonstrate the importance and guarantee for safety when applying EMS in the context of weightlifting and indicates that agency is essential within this context. It shows that products in this context cannot permit any malfunctions, since this could result in undesired and possibly painful electrical shocks. Therefore, one of the participants of this study proposed an emergency stop to ensure agency within this context. An emergency stop could enhance the feeling of agency and safety and allow the weightlifter to always be able to intervene and stop the EMS when necessary. This is in line with the findings of Pfeiffer [28] that indicated that participants accepted the technology as long as they stayed in control. Additionally, the results show the importance of validation and testing of this technology. As already addressed, possible malfunctions cannot be permitted and therefore the participants indicate that they are only willing to use it when the technology is thoroughly tested and when it is proved that there are no risks.

Furthermore, the results show the importance of comfort while using the product. The clothing has to stay in place during exercises in order for the electrodes to trigger the correct muscles, and it should not hinder and disturb the weightlifter. These requirements should be taken into account when further exploring this application of EMS. Finally the some participants explained that besides the level of comfort, aesthetics might also influence the weightlifter’s willingness to use the product.

5.3.2 *EMS contributes to learning the correct basis of exercises for inexperienced weightlifters.*

The results indicate that the product is perceived to be mainly beneficial to inexperienced weightlifters. Participants see potential in automatically correcting a weightlifters’ form, mostly for new exercises and progressing into new weight categories and providing beginners with a strong baseline. However, the answers the participants gave were most likely based on their own experience and perhaps limited in their reliability, since none of the participants were an expert in this field.

5.4 limitations

5.4.1 *Physical experience with technology.*

Another potential limitation of this study is the lack of physical experience the participants had with the technology. Since the research was performed remotely in a limited amount of time, it was decided to use a concept video as a research probe instead of a working prototype. Therefore, the participants were not able to physically experience how EMS changed their form. It can be expected that this had an influence on the results, since the participants could have perceived the technology differently when they had been able to use it. Nevertheless, this study provides valuable insights in the opinions of potential users.

5.4.2 *Capabilities of EMS.*

Even though current research shows the possibilities and potential of using EMS to change the motion of the used body parts, there is a limited amount of research done on the specific application of this concept. In the navigation application by Pfeiffer et al. [28], the participants should keep their leg relaxed and off the ground in order for the EMS to work. Therefore, power-required movements such as weightlifting exercises, could be difficult to control and move. Furthermore, this might indicate that adding more weight could change the use of EMS in a detrimental way. It could be possible that, when lifting heavy weights, the amount of electrical stimulation needed to achieve a correction of the form becomes too large. Further research is needed to determine the feasibility of changing one's form while performing weightlifting by means of EMS.

5.5 Future work

The technology was only conceptually presented to the participants and a great leap in knowledge can be explored by developing the actual technology and user testing the concept with a working prototype. A specific focus should be placed on the capabilities of EMS within weightlifting exercises since this already requires muscle activation, placement of electrodes in a dynamic environment and possible ways for the user to intervene to keep their agency.

Finally experts should be approached, to evaluate the feasibility of the physical progress improvement combined with the reduced risk of injuries. The current study draws preliminary conclusions based on the limited experience of the participants. Future work should include professional trainers and participants working within the field of sports injury to get a more significant conclusion on the improvement of using EMS in weightlifting training.

6 CONCLUSION

People often struggle with getting grasp of the correct form of weightlifting exercises which can not only cause injuries, but can also result in a lack of progress. This paper presents a new concept that uses Electrical Muscle Stimulation (EMS) to automatically correct weightlifter's form. We investigated the feasibility of embedding inertial sensors and EMS electrodes in compression sport clothings in order to measure the posture and form, and based on this to activate the muscles required for a specific exercise. During this qualitative study, participants were provided with a video explaining the concept. Thereafter, semi-structured interviews were conducted to evaluate the potential, possible constraints and future applications of the concept. Based on a thematic analysis, the findings demonstrate the potential of using EMS in this fitness context, but indicate that it is mostly applicable for beginners. Additionally, the findings demonstrate the importance of safety, comfort and agency when using EMS to temporarily control one's muscles. This study contributes to the HCI research field by providing an initial exploration and provides insights into the research considerations for future work.

REFERENCES

- [1] Dhafir Harb Ewajela Al-Ibraheemi, Ahmed Muhammad Abdulkhliq Alhasan, and Farah Isam Abdulameer. 2019. The use of the electrical stimulation device for the muscles in the limit determines the elbow joint during the lifting of the disabled weightlifting players. (2019).
- [2] T Bajd, A Kralj, R Turk, H Benko, and J Šega. 1989. Use of functional electrical stimulation in the rehabilitation of patients with incomplete spinal cord injuries. *Journal of biomedical engineering* 11, 2 (1989), 96–102.
- [3] Virginia Braun and Victoria Clarke. 2006. Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology* 3, 2 (2006), 77–101.
- [4] Anargyros Chatzitofis, Nicholas Vretos, Dimitrios Zarpalas, and Petros Daras. 2013. Three-dimensional monitoring of weightlifting for computer assisted training. In *Proceedings of the virtual reality international conference: Laval virtual*. 1–7.
- [5] Caleb Conner and Gene Michael Poor. 2016. Correcting exercise form using body tracking. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. 3028–3034.
- [6] Setsuro Ebashi, Makoto Endo, and Iwao Ohtsuki. 1969. Control of muscle contraction. *Quarterly reviews of biophysics* 2, 4 (1969), 351–384.
- [7] Don Samitha Elvitigala, Denys JC Matthies, Lóic David, Chamod Weerasinghe, and Suranga Nanayakkara. 2019. GymSoles: Improving Squats and Dead-Lifts by Visualizing the User’s Center of Pressure. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1–12.
- [8] Marco Ewerton, David Rother, Jakob Weimar, Gerrit Kollegger, Josef Wiemeyer, Jan Peters, and Guilherme Maeda. 2018. Assisting movement training and execution with visual and haptic feedback. *Frontiers in neurorobotics* 12 (2018), 24.
- [9] Francisco J Flores, Silvia Sedano, Ana M de Benito, and Juan C Redondo. 2016. Validity and reliability of a 3-axis accelerometer for measuring weightlifting movements. *International Journal of Sports Science & Coaching* 11, 6 (2016), 872–879.
- [10] Kayvon Golshani, Mark E Cinque, Peter O’Halloran, Kenneth Softness, Laura Keeling, and J Ryan Macdonnell. 2018. Upper extremity weightlifting injuries: Diagnosis and management. *Journal of orthopaedics* 15, 1 (2018), 24–27.
- [11] Brian P Hamill. 1994. Relative safety of weightlifting and weight training. *J Strength Cond Res* 8, 1 (1994), 53–57.
- [12] Allen Hedrick and Hiroaki Wada. 2008. Weightlifting movements: do the benefits outweigh the risks? *Strength & Conditioning Journal* 30, 6 (2008), 26–35.
- [13] Jurgen Hildebrandt. 1985. Apparatus and method for the stimulation of a human muscle. US Patent 4,524,774.
- [14] Hal Hodson. 2013. Motion capture weightlifting coach keeps you on form.
- [15] Arthur F Hurtado. 2002. Device for administrating electro-muscle stimulation and method of use. US Patent 6,341,237.
- [16] Shunichi Kasahara, Jun Nishida, and Pedro Lopes. 2019. Preemptive action: Accelerating human reaction using electrical muscle stimulation without compromising agency. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1–15.
- [17] Usman Ali Khan, Iftikhar Ahmed Khan, Ahmad Din, Waqas Jadoon, Rab Nawaz Jadoon, Muhammad Amir Khan, Fiaz Gul Khan, and Abdul Nasir Khan. 2020. Towards a Complete Set of Gym Exercises Detection Using Smartphone Sensors. *Scientific Programming* 2020 (2020).
- [18] Kyoungchul Kong and Doyoung Jeon. 2006. Design and control of an exoskeleton for the elderly and patients. *IEEE/ASME Transactions on mechatronics* 11, 4 (2006), 428–432.
- [19] Yousef Kowsar, Masud Moshtaghi, Eduardo Velloso, Lars Kulik, and Christopher Leckie. 2016. Detecting unseen anomalies in weight training exercises. In *Proceedings of the 28th Australian Conference on Computer-Human Interaction*. 517–526.
- [20] Gihan Kuruppu, SR Kodituwakku, and UAJ Piniidiyaarachchi. 2013. High speed motion tracking for weightlifting based on correlation coefficient template matching. *International Journal of Soft Computing and Engineering* 2 (2013).
- [21] Pedro Lopes, Alexandra Ion, and Patrick Baudisch. 2015. Impacto: Simulating physical impact by combining tactile stimulation with electrical muscle stimulation. In *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on User Interface Software & Technology*. 11–19.
- [22] Pedro Lopes, Sijing You, Alexandra Ion, and Patrick Baudisch. 2018. Adding force feedback to mixed reality experiences and games using electrical muscle stimulation. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1–13.
- [23] Valerio Lorenzoni, Jacob Staley, Thierry Marchant, Kelsey E Onderdijk, Pieter-Jan Maes, and Marc Leman. 2019. The sonic instructor: A music-based biofeedback system for improving weightlifting technique. *Plos one* 14, 8 (2019), e0220915.
- [24] Danah Mulqueen. 2014. Using video modeling and video feedback to improve olympic weightlifting technique. (2014).
- [25] Gregory D Myer, Carmen E Quatman, Jane Khoury, Eric J Wall, and Timothy E Hewett. 2009. Youth versus adult “weightlifting” injuries presenting to United States emergency rooms: accidental versus nonaccidental injury mechanisms. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association* 23, 7 (2009), 2054.
- [26] Jun Nishida and Kenji Suzuki. 2016. Biosync: Synchronous kinesthetic experience among people. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. 3742–3745.
- [27] Francis X Palermo. 1996. Electronic neuromuscular stimulation device. US Patent 5,562,718.
- [28] Max Pfeiffer, Tim Dünste, Stefan Schneegass, Florian Alt, and Michael Rohs. 2015. Cruise control for pedestrians: Controlling walking direction using electrical muscle stimulation. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2505–2514.
- [29] Kenneth E Powell, GREGORY W Heath, MJ Kresnow, JEFFREY J Sacks, and CHRISTINE M Branche. 1998. Injury rates from walking, gardening, weightlifting, outdoor bicycling, and aerobics. *Medicine and science in sports and exercise* 30, 8 (1998), 1246–1249.
- [30] Carmen E Quatman, Gregory D Myer, Jane Khoury, Eric J Wall, and Timothy E Hewett. 2009. Sex differences in “weightlifting” injuries presenting to United States emergency rooms. *Journal of strength and conditioning research/National Strength & Conditioning Association* 23, 7 (2009), 2061.
- [31] Mark Rippetoe. 2007. Bad Form. (2007).

- [32] D Roetenberg, H Luinge, P Slycke, and MVN Xsens. 2013. full 6DOF human motion tracking using miniature inertial sensors. *MVN white paper* (2013).
- [33] Kimitake Sato, William A Sands, and Michael H Stone. 2012. The reliability of accelerometry to measure weightlifting performance. *Sports Biomechanics* 11, 4 (2012), 524–531.
- [34] Leslie Paul Sewall, T Gilmour Reeve, and Robert A Day. 1988. Effect of concurrent visual feedback on acquisition of a weightlifting skill. *Perceptual and motor skills* 67, 3 (1988), 715–718.
- [35] Frederik Sørensen and Thomas Guldborg Jensen. [n.d.]. Weight-Mate: Wearable System for Perfecting the Conventional Deadlift. ([n. d.]).
- [36] Michael Stone, Steven Plisk, and David Collins. 2002. Strength and conditioning: Training principles: evaluation of modes and methods of resistance training—a coaching perspective. *Sports Biomechanics* 1, 1 (2002), 79–103.
- [37] Suputtra Sutthiprapa, Vajirasak Vanijja, and Thanakrit Likitwon. 2017. The deadlift form analysis system using Microsoft Kinect. *Procedia computer science* 111 (2017), 174–182.
- [38] Emi Tamaki, Takashi Miyaki, and Jun Rekimoto. 2011. PossessedHand: techniques for controlling human hands using electrical muscles stimuli. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 543–552.
- [39] Sho Tatsuno, Tomohiko Hayakawa, and Masatoshi Ishikawa. 2017. Supportive training system for sports skill acquisition based on electrical stimulation. In *2017 IEEE World Haptics Conference (WHC)*. IEEE, 466–471.
- [40] Laia Turmo Vidal, Elena Márquez Segura, Luis Parrilla Bel, and Annika Waern. 2020. Training Technology Probes Across Fitness Practices: Yoga, Circus and Weightlifting. In *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1–8.
- [41] INGRID Wigerstad-Lossing, Gunnar Grimby, TORSTEN Jonsson, BENGT Morelli, LARS Peterson, and P Renström. 1988. Effects of electrical muscle stimulation combined with voluntary contractions after knee ligament surgery. *Medicine and science in sports and exercise* 20, 1 (1988), 93–98.
- [42] Ammar Yasser, Doha Tariq, Radwa Samy, M Allah, and Ayman Atia. 2019. Smart coaching: Enhancing weightlifting and preventing injuries. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 10 (2019), 01.

Appendix

- Appendix A: Consent form
- Appendix B: Interview questions
- Appendix C: Interview transcriptions

Appendix A
Consent form

Information form for participants

This document provides you with information about the study 'Weightlifting form correcting through Electrical Muscle Stimulation (EMS)'. Before the start of the study, it is important that you learn about the procedure and that you give your informed consent for voluntary participation. Please read this document carefully.

Aim and benefit of the study

The goal of this study is to explore how the application of the Electrical Muscle Stimulation (EMS) is perceived by potential users. The study findings are used to propose future design approaches while designing for such applications.

This study is performed by Niels van Gils, Tim Muyrers, Luca van Breda and Yinyuan Peng, a group of students under the supervision of dr. Rong-Hao Liang of the Eindhoven University of Technology (TU/e) at the Department of Industrial Design.

Procedure

After signing this consent form, you will be provided with a video that presents our concept. After watching the video, you are asked to participate in a short interview. More explanation about this concept is given by the interviewer. In order to analyze the results, the audio of the interview will be recorded.

Risks

The study does not involve any risks or detrimental side effects.

Duration

The video is about 2 minutes. The interview will probably last for around 10 minutes.

Voluntary

Your participation is completely voluntary. You can refuse to participate without giving any reasons and you can stop your participation at any time during the study. You can also withdraw your permission to use your data immediately after completing the study. None of this will have any negative consequences for you whatsoever.

Confidentiality and use, storage, and sharing of data.

All research conducted at the Eindhoven University of Technology adheres to The Netherlands Code of Conduct for Research Integrity and the Code of Scientific Conduct. This study has been approved by the Ethical Review Board.

In this study personal data (e.g. your name, age, contact information and voice) and experimental data (e.g. your responses to surveys and interview questions.) will be recorded, analyzed, and safely stored. The goal of collecting, analyzing, and storing this data is to answer

the research question and publish the results in scientific literature. To protect your privacy, all data that can be used to personally identify you will be stored on a secure TU/e environment.

Further information

If you want more information about this study, the study design, or the results, you can contact Niels van Gils (contact email: n.h.t.v.gils@student.tue.nl)

If you have any complaints about this study, please contact the supervisor, Rong-Hao Liang (contact email: J.Liang@tue.nl) You can report irregularities related to scientific integrity to confidential advisors of the TU/e.

Informed consent form

'Weightlifting form correcting through Electrical Muscle Stimulation (EMS)'

- I have read and understood the information of the corresponding information form for participants.
- I have been given the opportunity to ask questions. My questions are sufficiently answered, and I had sufficient time to decide whether I participate.
- I know that my participation is completely voluntary and for educational purposes. I know that I can refuse to participate and that I can stop my participation at any time during the study, without giving any reasons. I know that I can withdraw my permission to use your data immediately after completing the study.
- I agree to voluntarily participate in this study.
- I know that no information that can be used to personally identify me or my responses in this study will be shared with anyone outside of the research team.

Certificate of consent

I,
want and provide consent to participate in this study.

Participant's Signature

Date

Appendix B
Interview questions

Interview questions (semi-structured)

Demographic questions:

1. How old are you? (also look at gender)
2. How much experience do you have with weightlifting?
 - a. *If they have experience:* How did you learn the basic forms? How did you experience this? Did it take a lot of time?
3. Have you ever got injured during your weightlifting training?
4. How often do you 'normally' go to the gym?
5. Have you ever heard about electrical muscle stimulation before?

// show video

Concept-related questions:

1. What is your first impression of this technology?
2. Do you see yourself using this in the future if you envision yourself as a beginner in the gym?
3. What is your opinion about correcting instead of informing?
4. Would there be any possible reasons NOT to use this technology?
5. Do you often see people perform exercises incorrectly? Do you think this is a problem?
6. Do you think this concept could decrease the possibilities for possible injuries?
7. Do you think this technology can speed up your progress?
8. What would be most important for you when your form would be corrected automatically?
9. *[If they would be willing to use]* In what way would you use the technology, and how long - not per session but until advanced phase or? -?
10. Do you see this technology being used in the future? This could also be applicable for other contexts.

Appendix C
Interview transcriptions

P1

I: Uhm.. oke, de eerste vraag... hoe oud ben je?

P: 20

I: Oke, en als we dan kijken naar hoeveel ervaring jij hebt met krachttraining, kun je daar iets over zeggen?

P: Ik heb een aantal jaar ervaring met krachtsport.

I: Oke, en hoe heb je eigenlijk de basisvorm geleerd?

P: Uhm.. YouTube filmpjes kijken en mensen vragen die ook in de sportschool zijn.

I: Oke, en hoe heb je deze manier van de basis leren ervaren?

P: Uhm.. Ja, uiteindelijk wordt je vorm steeds beter en dan voel je ook dat je de goede spiergroepen aanpakt en dan weet je dat je het goed doet.

I: En duurde dit lang, of ging dit vrij snel, om echt die basis onder de knie te krijgen?

P: Duurt vrij lang omdat het meer een leerproces is en voordat je echt precies goed alles weet hoe je het moet gaan doen dan ben je toch al een tijd verder.

I: Ben je ooit geblesseerd geraakt tijdens krachttraining?

P: Nee, nooit

I: En hoe vaak ga je normaal, dus buiten coronatijd, naar de sportschool?

P: 2-4 keer in de week

I: Heb je ooit gehoord van Electrical Muscle Stimulation, ook wel EMS genoemd.

P: Ja, daar heb ik wel eens van gehoord

I: Wat is jouw eerste indruk van deze technologie, dus van EMS in deze context?

P: Uhm.. Ik denk dat het sensoren op je lichaam plakken of in je kleding plaatsen een goed beeld kan geven van of je vorm goed is gedurende een oefening, alleen ik vraag me af of het stimuleren van de spieren, dus door schokken te geven het stimuleren van andere spieren.. ik weet niet of dat efficiënt is..

I: Want?

P: Gedurende het sporten lijkt het me niet heel fijn om de hele tijd schokjes te krijgen, want het lijkt me beter om visueel.. als je kan simuleren welke beweging je hebt gedaan, dat je op basis daarvan bijvoorbeeld advies krijgt wat je beter kan doen, en dat je dan meer visueel gaat valideren wat je beter kan doen in plaats van direct op het moment zelf schokken geven om het te corrigeren, in plaats van na te denken hoe het wel beter kan en het zo uit te voeren.

I: De echte reden waarom we het zo willen doen is omdat we willen dat het automatisch en meteen goed gebeurt, want hoe zie jij deze visualisatie voor je?

P: Nou als je dus sensoren in je lichaam plakt of in je kleren... op het lichaam plakken lijkt me beter aangezien je kleding ook wel heel strak moet zitten om ze te laten zitten.. als je bijvoorbeeld aan het squatten bent, gaat je broek ook wel wat uitstrekken.

I: Ze moeten inderdaad wel strak zitten, maar ze zitten dus niet op de huid want dan zou je al deze 'stickers' steeds weer opnieuw om moeten plakken.. Daarom willen we ze verwerken in een shirt of een broek die strak zit, welke je nog ergens onder zou kunnen dragen waardoor ze dus altijd op de goede plek zitten.

P: Oke, dat gaat wel denk ik..

I: Zou je jezelf dit zien gebruiken in de toekomst, als je even terug zou gaan naar de tijd dat je gaat beginnen met sporten zonder echte ervaring.

P: Ik zou het zelf niet gebruiken, puur omdat ik zelf op internet al veel onderzoek doe hoe je een bepaalde uitvoering moet doen. Ik vraag me ook af of mensen gaan investeren in ...

I: Even ervanuit gaande dat het gratis zou zijn...

P: Als het gratis zou zijn zou het in de beginfase van je sportcarriere om het zo maar te noemen zeker helpen om sneller progressie te maken, maar als je eenmaal weet welke vorm je moet toepassen dan is dat eigenlijk ook niet meer nodig.

I: Nee klopt, maar dat is het hele idee inderdaad.. om dit in het begin te doen.

I: Oke, en wat is jouw mening over echt het veranderen van die vorm mensen.. automatisch, in plaats van zeggen of laten zien dat de vorm fout is.. maar dan dus echt het daadwerkelijk veranderen daarvan. Hoe denk jij daarover?

P: Ik denk dat het je het beter kunt voorkomen, een foute vorm als corrigeren.. want als je het kan voorkomen dan kun je eigenlijk al voor je zelf nagaan van.. ik doe nu de goede vorm, in plaats van dat je begint met een foute vorm om het vervolgens bij te sturen.. dat je dus nog steeds een foute vorm blijkt doen, en dan wordt die op het moment dat het fout begint te

gaan, wordt je bijgestuurd.. maar als je heel veel kracht gaat leveren vraag ik me af of het krijgen van schokken.. of dat niet heel oncomfortabel is..

I: Oke, kan ik me voorstellen.. het doel hiervan is natuurlijk wel echt om te kijken van.. kunnen mensen die voor het eerst naar de sportschool gaan voor een of twee weken dit gebruiken met licht gewicht om een soort muscle memory op te bouwen zeg maar.. dat is een beetje het idee.. maar oke, dan is dat in ieder geval duidelijk..

I: Zouden er bepaalde redenen zijn om dit niet te gebruiken?

P: Als je ervoor moet betalen zou ik het niet gebruiken.. en als het moeilijk aan te brengen is zou ik het niet gebruiken... als je het van de buitenkant ziet zou ik het niet gebruiken... ja dat was het..

I: Net zei je eigenlijk al.. Pijn dan?

P: Ja idd, dat de schokken gewoon... dat je op je oefeningen aan het focussen bent dat je dan schokken krijgt lijkt me niet heel comfortabel.

I: Zie je in de sportschool vaak mensen trainen met een foute vorm?

P: Beginners zie ik wel eens foute vorm toepassen alleen zijn er vaak wel mensen die dat dan corrigeren en dan gaat het daarna wel goed.

I: Je bedoelt, andere mensen spreken daaropaan?

P: Ja, ja..

I: Denk je toch dat dit wel een probleem is.. in ieder geval vanuit mijn eigen ervaring zie ik nog steeds best veel mensen fouten oefeningen doen.. hoe kijk jij hier tegenaan? Zie je dit als een probleem?

P: Nou.. het is misschien ook verschillend voor mensen.. sommige willen bijvoorbeeld wat explosiever trainen.. en sommige willen wat langzamer laten zakken en wat langzamer het gewicht verplaatsen.. dus ja..

I: Uhm.. denk je dat dit concept de mogelijkheid voor een blessure kan verminderen?

P: Uhm.. ik denk dat het kan helpen in de beginperiode van je sportcarriere om het zo te noemen.. dat het voor het ontdekken van de juiste vorm van een nieuwe oefening kan helpen, maar dan vooral in het visueel.. dus nadat je de oefening hebt uitgevoerd, visueel valideren of de vorm goed was.. door dus die sensoren, en niet in de vorm van elektrische schokken gedurende oefening.

I: Oke, dus jij denkt niet dat dit soort schokken blessures kunnen voorkomen?

P: Ja, het zou misschien wel kunnen voorkomen maar ik denk niet dat dit de meest efficiënte manier is.

I: Denk je wel dat deze technologie, of dit concept de progressie kan versnellen of verbeteren?

P: Tot op een bepaalde hoogte, dus vooral in de beginfase.. voor het onder de knie krijgen van de oefeningen, maar als je eenmaal de oefening onder de knie hebt en je weet hoe je hem moet uitvoeren, zou je hem in principe niet meer hoeven te gebruiken.

I: En als jouw vorm automatisch gecorrigeerd zou worden.. wat zou dan voor jou het belangrijkste zijn?

P: Dat het niet pijn doet.. dat het je het wel nog kan controleren zeg maar, je beweging. Dat het meer een toegevoegde correctie is in plaats van dat het je spieren helemaal overneemt. Zoiets.

I: Zie je zoiets als dit gebruikt worden in de toekomst? Of misschien zelfs wel in een andere context in plaats van de fitness industrie. Ook wanneer dit soort sensoren en actuatoren minder pijnlijk en krachtiger kunnen worden.

P: Ik denk het niet.. want uhm.. de kracht van het internet is veel... het is veel makkelijker om via internet op te zoeken wat je moet doen.. en er zijn al zoveel filmpjes van mensen die uitleggen hoe je een bepaalde vorm moet doen, dat je denk ik de boot al hebt gemist met betrekking tot het stimuleren van een correcte vorm.

I: En denk je dat er wel nog andere manieren zouden zijn die zoiets.. zo' n probleem zouden kunnen oplossen?

P: Uhm... dat zou ik zo niet weten.

P2

R: Hoe oud ben je?

P: 19 jaar oud

R: Hoeveel ervaring heb je met gewichtheffen?

P: Ik doe ongeveer anderhalf jaar aan gewichtheffen. En daarvoor meer body weight oefeningen

R: Hoe heb je de basishouding geleerd voor het gewichtheffen?

P: Door met een gecertificeerde trainster te werken die mij dat liet zien

R: En hoe heb je dat ervaren?

P: Goed, want hierdoor had ik wel het idee dat ik de oefeningen goed deed, en niet zomaar nadeed van het internet.

R: En wat vond je er zo fijn aan om dat samen met een trainer te doen?

P: Dan kon je meteen aangeven als je ergens iets voelde in je lichaam, als je iets voelde qua pijn ofzo. Zo van, he, doe ik dit goed of moet ik het anders doen.

R: Kostte het je veel tijd om dat onder de knie te krijgen?

P: Sommige oefeningen meer dan anderen, maar niet heel veel tijd.

VIDEO

R: Was de video duidelijk? Heb je daar verder nog vragen over?

P: Op zich wel duidelijk, alleen vroeg ik me af, hij stuurt dan impulsen naar je spieren totdat jij de oefening goed gaat doen, maar wat voor impulsen zijn dat dan? Voel je dan pijn?

R: Het is een elektrisch signaaltje. Het zou in principe geen pijn moeten doen. In ieder geval, de technologie zoals die ontwikkelt is, doet het geen pijn.

P: Maar wat voor impulsen zijn geeft het dan? Hoe weet ik dan dat ik het fout doe.

R: Hij laat niet echt aan je weten dat je het fout doet, op dit moment. Maar hij corrigeert jouw vorm voor jou. Dus hij stimuleert jouw spieren zo, eigenlijk bestuurt het apparaat jouw spieren. Dus door dat apparaatje ga je automatisch in de juiste vorm staan. En het voelt eigenlijk een beetje alsof je een soort massage krijgt. Ik heb het zelf ook nog nooit gebruikt, maar het zou geen pijn moeten doen.

R: Wat was je eerste indruk van deze technologie?

P: Positief, ik vond het erg vernieuwend, ik denk niet dat er veel andere dingen zijn zoals dit. Maar, misschien wel iets dat niet zomaar voor iedereen beschikbaar zou kunnen zijn.

R: En waarom zeg je dat laatste? Dat het niet voor iedereen zou kunnen zijn?

P: Misschien omdat het dan extra tijd kost, of dat het veel geld kost. Als iemand dan even snel wilt gaan sporten, ga je dan weer dat hele ding omdoen. Of dat je dan eerder denkt, dan doe ik het nu maar even niet.

R: Zou je jezelf dit zien gebruiken in de toekomst?

P: Ja misschien wel, in het begin, als je net met een nieuwe oefening begint. Maar ik denk niet de hele tijd.

R: En wanneer zou je dan weten, oké, nu heb ik hem niet meer nodig? Voor hoe lang zou je hem dan blijven gebruiken?

P: Bijvoorbeeld, 3 weken lang. Als ik dan 3 weken lang een nieuwe oefening doe, dan zou ik bijvoorbeeld 3 weken lang gebruiken. En dan zou ik daarna zonder doen. En dan bijvoorbeeld mezelf filmen om te kijken of ik het dan goed doe.

R: Nu zijn er andere technieken, zoals in de video ook verteld werd. Die jou vertellen wanneer je vorm niet goed is. Door bijvoorbeeld haptic feedback, door bijvoorbeeld te gaan trillen. Of een app die jou een melding geeft dat je houding niet goed is. Dat noemen we informing. Maar dit concept, dat zou jouw hele positie corrigeren. Dus in plaats van informing, corrigeert het je houding. Wat vind je daarvan?

P: Wel beter. Aan de ene kant wel beter, aan de andere kant ook niet. Wel, omdat je, ik heb tijdens het sporten, kijk ik eigenlijk niet zo veel op m' n telefoon. Tenzij ik bijvoorbeeld een rust moment heb. Maar als ik aan het squatten ben en ik hoor een pingetje van mijn telefoon, waar bijvoorbeeld op zou staan: he dit anders doen met je rug, dan zou ik daar niet naar kijken. Dus dat is dan wel weer jammer. Maar aan de andere kant, als je dat dan wel leest, zie je wel wat je fout doet. Als zo' n apparaatje al jouw vorm oor jou verbeterd, dan weet je misschien zelf niet wat je fout deed.

R: Zijn er redenen waarom je deze technologie niet zou willen gebruiken?

P: Ja, onder andere omdat het dan dus voor jou het verbeterd, je dus niet zelf ziet wat je fout doet. En misschien toch ook wel omdat het toch medisch is, elektrodes op je lichaam, met je spieren. Dat ik toch ook denk, ik kan ook gewoon even met een personal trainer gaan sporten die dan naar mijn vorm kijkt. Heb ik daarvoor echt al die elektrodes voor nodig?

R: Zou je dan liever een personal trainer gebruiken dan deze technologie?

P: Een personal trainer is natuurlijk al wel heel snel duur, dus dat zou wel weer kunnen schelen qua prijs, als je dit voor niet heel veel geld kunt krijgen. Ik denk dat ik dit wel zou doen, maar niet de hele tijd.

R: Zou je het bijvoorbeeld ook eng vinden dat het apparaat jouw lichaam kan besturen? Of zie je dat niet als een reden waarom je de technologie niet zou gebruiken?

P: Nou, ik zou het niet eng vinden. Ik geloof niet echt dat hij dan helemaal controle over mijn hele lichaam kan krijgen. Maar het is meer, stel je voor dat er dan iets fout zit, of dat er water bijkomt, en daardoor gaat het kapot en misschien dat hij dan wel allemaal schokken kan geven. Dat deel zou ik enge vinden dat dat hij controle zou hebben over mijn lichaam.

R: Je zei dat je aan gewichtheffen deed ook, een tijdje. Zag je vaak dat andere mensen met een verkeerde houding uitvoerden? Zie je dat als een probleem in de fitness industrie?

P: ja, wel een beetje. Vooral oudere mensen, of mensen, ook wel een aantal jongeren, die dan bijvoorbeeld vragen, maar ik denk zeker wel dat het een soort probleem omdat je jezelf er eigenlijk alleen maar me belemmerd.

R: Hoe bedoel je dat? Dat belemmeren?

P: Als je de deadlift heel vaak verkeerd doet, krijg je last van je rug. Terwijl je juist ook de deadlift kunt doen, deels, om je rug te versterken. Dus dan, in plaats van dat je het beter wilt doen, doe je het alleen maar slechter.

R: Denk je dan dat dit concept de kans op belssures zou kunnen verminderen?

P: Ja, dat denk ik wel, dan moeten mensen het natuurlijk wel doen, en ook wel het vertrouwen er in hebben. Maar ik denk wel dat het een mogelijkheid kan zijn ja.

R: Hoe bedoel je dat mensen er vertrouwen in moeten hebben?

P: Zoals je net zei, er zijn vast genoeg mensen die het eng vinden dat dan zo' n dingetje je lichaam kan controleren en kan besturen zo. EN dat het toch elektriciteit is dat dan schokken kan geven aan je spieren en je zenuwen. Dat moeten mensen wel veilig genoeg vinden.

R: Denk je dat deze technologie jou zou kunnen helpen om jouw vooruitgang bij het gewichtheffen zou kunnen versnellen? Dat je sneller resultaten zou zien? Of dat je sneller zwaardere gewichten zou kunnen gebruiken.

P: Nee, dat denk ik niet. Want in principe, als je de vorm hebt, dan maakt het niet echt uit welk gewicht je doet. Dus ik denk niet dat het per se kan helpen om meer gewicht te tillen.

R: Andere vooruitgang misschien dan? Die je kan zien bij het gewichtheffen?

P: Ik dacht zelf meer dat het echt voor de basis is, dat je er echt een goede vorm door krijgt. Mocht je dan een variant van een bepaalde oefening willen doen, zou je dat wel verder kunnen helpen. Maar verder zou ik het niet zo weten.

R: Je ziet het dus meer als iets dat door beginners gebruikt wordt en als je dan eenmaal die vorm onder de knie hebt, dan zou het niet zo heel veel meerwaarde meer bieden voor jou. Klopt dat?

P: Ja.

R: Om het te gaan gebruiken, wat zou je dan belangrijk vinden aan zo' n product?

P: Dat het heel erg bestendig is tegen bepaalde dingen ,tegen zweet, tegen water, dat hij tegen een stootje kan. Dat hij dan niet opeens gaat malfuntioning en dat hij niet meer doet wat hij moet doen. En dat hij daardoor misschien allemaal rare schokken gaat geven.

R: Zou je bereid zijn om het product te gebruiken?

P: Ja.

R: Hoe zou je de technologie dan gebruiken?

P: Als ik een nieuwe oefening zou willen doen, waarbij je niet in de mogelijkheid bent, zoals nu, om met een trainster naast me te doen en ik zou het enkel echt alleen van YouTube moeten doen. Dan zou ik het wel willen gebruiken.

R: Bedoel je met nu de corona situatie en dat de sportscholen dicht zin?

P: Ja.

R: En voor hoe lang zou je het apparaat dan gebruiken?

P: Iedere keer als ik een nieuwe oefening begin, denk ik voor 3 weken. Het kan ook zijn als ik om de maand nieuwe oefeningen ga doen, dan heb ik hem iedere maand nodig. Ik denk voor 1 oefening ongeveer 3 weken.

R: Hoe zie je dat deze technologie gebruikt kan worden in de toekomst? En dat mag dan ook buiten de sport zijn.

P: Ik denk dat bijvoorbeeld mensen met medische aandoeningen, bijvoorbeeld met Parkinson, die heel erg trillen, misschien dat die daar ook kan helpen om dat tegen te gaan of je spieren juist anders te laten bewegen.

P3

Demographic questions:

1. How old are you? (also look at gender)
 - *23 years old. Male.*
2. How much experience do you have with weightlifting?
 - *I only have experience with dumbbells and I didn't keep it up.*
 - If they have experience: How did you learn the basic forms?*
 - *I watch video tutorials. If I have questions, I search on the Internet or ask my parents.*
 - Did it take a lot of time?
 - *No, because my exercises are very easy.*
3. Have you ever got injured during your weightlifting training?
 - *No, I am a careful person.*

Have you ever got injured during other exercises ?

- *No.*
4. How often do you 'normally' go to the gym?
 - *Once a week. Two hours at a time.*
 5. Have you ever heard about electrical muscle stimulation before?
 - *No.*

// show video

Concept-related questions:

1. What is your first impression of this technology?
 - *It will be useful for my future exercises. Because it is hard for me to express the problem I am facing and the coach can't know all my forms. This technology can collect the data.*
2. Do you see yourself using this in the future if you envision yourself as a beginner in the gym?
 - *It's hard for me to imagine myself using this technology. I hope I can use it but I also want to have a coach be accompanied.*
 - Why do you want to have a coach?
 - *Because there is always a coach when you are in the gym. Furthermore, this emerging technology which uses electricity on human's body will make a beginner feel nervous.*
3. What is your opinion about correcting instead of informing?
 - *It is good to correct one's form. But now I can't imagine how it works.*
4. Would there be any possible reasons NOT to use this technology?
 - *Uncomfortableness to wear. The suit may be too tight. The EMS may be uncomfortable.*
5. Do you often see people perform exercises incorrectly?

- *Seldom. I am not a professor of doing exercises.*

Do you think this is a problem?

- *Yes, it may cause injuries.*

6. Do you think this concept could decrease the possibilities for possible injuries?

- *Yes, it can improve one's form.*

7. Do you think this technology can speed up your progress?

- *Maybe. Because it can collect data.*

What do you mean by collecting data?

- *It can collect your exercise data everyday and help you make a plan.*

8. What would be most important for you when your form would be corrected automatically?

- *Comfortableness, feeling of safety and the performance of correcting.*

9. *[If they would be willing to use]* In what way would you use the technology, and how long - not per session but until advanced phase or?

- *It should not depend on me but should depend on the coach. I am not skillful with doing exercise.*

10. Do you see this technology being used in the future? This could also be applicable for other contexts.

- *Maybe.*

Which contexts do you think are applicable for this technology?

- *It can help patients recover at their homes.*

Rehabilitations ?

- *Yes, it can collect patients' data and send it to the doctor. Combining with an app, it can help the patients communicate with the doctors.*

P4

Demographic questions

R: Nou dan wil ik je als eerste vragen hoe oud ben je?

21 jaar, female

R: En heb je al ervaring met gewichtheffen?

Eeh, heel klein beetje

R: Oke super, en hoe heb je dat dan geleerd? Hoe heb je de basisvormen van gewichtheffen geleerd toen je de eerste keer begon?

Nou een vriendinnetje van mij die is gaan sporten met een personal trainer en die heeft het me toen uitgelegd toen we een keertje naar de sportschool gingen.

R: Oke en hoe vond je dat om het de eerste keer te leren?

Ja ja het was niet echt mijn ding, maar verder prima denk ik

R: oke, en kost het veel tijd de eerste keer? Moest je vaak correcties? Werd je vaak gecorrigeerd toen je dingen deed of ging het wel als je het een keer uitgelegd kreeg

Opzich, ze deed het eigenlijk altijd voor en dan ging het wel prima.

R: Oke, heb je ooit een blessure opgelopen tijdens het gewichtheffen?

Nee

R: En andere sporten

Nee

R: Super, hoe vaak zou je normaal als er geen corona was naar de sportschool gaan, of in ieder geval willen gaan

Soieso twee keer

R: Per week

Ja

R: En heb je ooit al eens van EMS gehoord? Van Electrische spier stimulatie?

EMS dat is niet hetzelfde als nee, ms he, nee, nee dan niet

R: Nou dan ga ik je nou een filmpje laten zien. Kun je het goed zien zo?

Questions after the Video

R: Dat was het filmpje

Oke

R: De eerste vraag, snap je wat er verteld werd

Ja het is eigenlijk gewoon een systeem dat eehm, zeg maar dat je spieren kan zien en hoe je beweegt en dan analyseert of dat je dat goed doet.

R: Ja en het systeem kan dan dus ook door van die kleine elektroden die erin zitten kan die ervoor zorgen dat je de goede vorm echt gaat houden zeg maar, dus als je verkeerd bent dan ziet die dat en dan kan die een klein schokje geven waardoor je spier net iets meer aanspant waardoor je dan dus wel de goede vorm hebt

Oke

R: Ja?

Ja.

R: Dan wil ik je eerst vragen wat je eerste indruk is van deze technologie? Wat vind je er van?

Ik vind de schokjes wel eng klinken, maar verder ik denk wel dat het wel een heel groot probleem is kwa houding en zo. Zeker heel veel mensen die naar de sportschool gaan hoor ik er wel over dat ze wel eens iets hebben opgelopen. Dus wat dat betreft denk ik wel dat het wel een positieve toevoeging kan zijn.

R: Zou je deze techniek gebruiken in de toekomst als je jezelf in beeld als een onervaren sportganger? Sportschool bezoeker.

Ik denk dat ik soieso wel de voorkeur zou geven aan gewoon iemand die het uitlegd en die meekijkt, maar zeker als dat niet kan is dat denk wel een goede tweede optie zeker wat ze aan het einde zeiden als het in kleren kan. Want iedere keer een steker overal opplakken lijkt me dan weer niet ideaal.

R: En waarom zou je dan de voorkeur geven aan iemand die het jou uitlegt in plaats van een pak waarmee je het meteen goed doet?

Nou soieso omdat ik het leuker vind om met andere te sporten en omdat ik dan voor mijn gevoel ook bewuster weet wat ik fout doe zeg maar. En anders zo het idee heb dat ik zo vast zit aan dat systeem ofzo.

R: Ja dat is eigenlijk ook een beetje antwoord op de volgende vraag, maar wat is je mening over corrigeren in plaats van informeren?

Ja ik denk dus dat het wel heel goed kan zijn want je hebt gewoon zeg maar je hebt de kans op blessures neemt toch wel af omdat je het meteen corrigeert. Maar ik denk dat ik het gewoon zelf ook gewoon zelf graag zou willen weten hoe het allemaal werkt, en ik vind het dan hoe ik ga sporten omdat ik het ook leuk vind en omdat ik het interresant vind. Dus dan zou ik dan wel willen weten denk ik.

R: Oke super, zijn er redenen behalve dan wat je al zei dat je de schokjes misschien een beetje eng vind, maar redenen waarom je de techniek dan niet zou gebruiken. Ja je hebt er al een paar genoemd. Maar ik weet niet of er nog iets is naast de schokjes en dat je het liever gewoon samen met iemand doet en dat je het graag zelf wilt weten hoe het moet omdat je het sporten interresant vind?

Ja ligt eraan hoe comfortabel het is denk ik. Als je het echt voelt kan dat ook wel een afknapper zijn.

R: Oke, even kijken. Eigenlijk heb je deze ook al beantwoord, dus die gaan we overslaan. Denk je dat dat het concept de kans op blessures kan verminderen?

Ja

R: Als ze het zouden gaan gebruiken

Ja dat denk ik wel als het echt werkt zoals in het filmpje dan wel.

R: Super denk je dat deze techniek er ook voor kan zorgen dat je sneller je doelen behaalt? Dat je betere progressie hebt, en dat je sneller voortgang maakt?

Ik denk het aan de ene kant wel want je spieren worden op een betere manier ingezet, dus je leert er meer van en je spieren en je spieren bouwen zich beter op dan wanneer je het fout doet. En aan de andere kant denk ik wel dat je dr misschien net wat minder bewust mee bezig bent, dus dat je wellicht minder bewust je stappen zet of zo. En daardoor misschien weer minder stappen doet.

R: Oke, het is duidelijk

Wat is het belangrijkste voor jou als je vorm/postuur automatisch zou worden gecorrigeerd?

Ja als in de, wat het belangrijkste is van de voordelige effecten ofzo?

R: Ja of wat het sowieso, een bepaalde manier die het zou moeten doen. Of dat je zelf een bepaalde controle houdt of.

Nou sowieso dat het zeg maar bijvoorbeeld als het in kleren zit, dat het dan wel gewoon allemaal strak zit en op zijn plek. Dat je er niet last van hebt, dat je het niet voelt schuiven of schokken of dat soort dingen. Dus dat het eigenlijk ene beetje onopgemerkt gaat denk ik. En natuurlijk dat het positieve voordeel, dat je geen blessures oploopt en beter bezig bent voor je spieren.

R: En omdat je spieren een soort van gecontroleerd worden door die technologie. Zou je dat wel acceptabel vinden, of zou je het toch een beetje eng vinden om die controle uit handen te geven

Nee opzich zou ik dat wel vertrouwen denk ik.

R: Je zou wel vertrouwen hebben in de techniek die...

Ja zeker als het gewoon kleren zijn, als je nou denkt van nou gaat die iets raars doen dan doe je die gewoon uit denk ik.

R: Op welke manier zou je de techniek gebruiken, zou je hem gebruiken zeg maar als het pak nu beschikbaar was en je zou morgen naar de sportschool gaan. Zou je dan de techniek gebruiken? En als je hem zou gebruiken hoelang zou je hem dan gebruiken, dus totdat je zelf weet hoe je de oefeningen moet doen, of ook nog op phases waar je net je grens probeert op te zoeken, of welke situaties zou je het gebruiken?

Ik zou hem sowieso al gebruiken, gewoon om te proberen, en als het dan bevalt dan zou ik hem denk ik ook vaker gebruiken. En dan totaal ja ik denk sowieso totdat je de houding en gewoon de gemakkelijkerheid of hoe heet dat, vanzelfsprekendheid hebt gevonden. Maar misschien ook juist van als je denkt van nou ik wil nou weer een keer kijken of ik wat meer kan of wat zwaarder kan tillen of zo dat je hem dan weer een keertje aan doet ofzo.

R: Dus in principe zou je hem sowieso gebruiken totdat je niet meer merkt dat het pak jou bestuurt als het ware?

Ja

R: Zou helpen zou ik het maar even noemen

Ja dat vind ik een goede verwoording

R: Zou je je kunnen voorstellen dat deze techniek in de toekomst echt in gebruik zou worden genomen?

Ja

R: en zou je andere plekken kunnen bedenken dan de sportschool waar een bepaalde vorm wordt gemonitord en die dan automatisch wordt aangepast?

Nou ja ik werk zelf in de supermarkt en dat is ook veel tillen en trekken, en vaak ook zwaar, en daar zou ik denk ik ook op dat soort plekken met veel fysiek werk zou het denk ik ook wel een bijdrage kunnen leveren omdat heel veel mensen zeker jong zich niet echt bewust zijn van de lange termijn effecten die het kan hebben zeggen

R: Oke, super!

Oh dat was hem al?

R: Dat was hem alweer!

P5

Demographic questions:

1. How old are you? (also look at gender)
I am 21 years old
2. How much experience do you have with weightlifting?
I have quite some experience with weightlifting. I already go to the gym for 4 or 5 years but haven't been consistent.
 1. *If they have experience*: How did you learn the basic forms? How did you experience this? Did it take a lot of time?
I believe that thinking you have the right form can be achieved quite quickly but when really looking at perfect form and therefore getting everything out of your workout is something different. I learned the basic form through guidance in the gym and the internet.
3. Have you ever got injured during your weightlifting training?
I have never got any real injuries during weightlifting training, but I do have had some knee and shoulder pains which I believe is a result of not having the correct form.
4. How often do you 'normally' go to the gym?
Around 4 times
5. Have you ever heard about electrical muscle stimulation before?
I have heard of it but I don't know the exact meaning / applications

// show video

Concept-related questions:

1. What is your first impression of this technology?
I think it's quite interesting. I am not sure if this would be possible and or painful but when it can be used to learn the basic form to beginners, I think this could be very interesting.
2. Do you see yourself using this in the future if you envision yourself as a beginner in the gym?
When it thoroughly researched and when it is proved that there are not any risks and that it can really contribute to placing the correct execution of the exercise in your muscle memory, I think I would.
3. What is your opinion about correcting your form through triggering your muscles based on EMS instead of informing about incorrect form via for instance an app?
As you kind of already said, I think that the correction of this concept can let the beginners actually feel how the correct execution is. This is something that cannot be achieved via an app. From my own experience, I can say that watching videos and then try to do it yourself is still a real different thing. I think you should really get direct feedback like in the example of a personal trainer that for instance puts your elbow in the correct place when perform a certain

exercise. This is similar in your concept, but then without the presence of an actual personal trainer.

4. Would there be any possible reasons NOT to use this technology?

As I already said, there cannot be any risks. It should be 100% painless, and you should always be able to overwrite your muscles yourself.

5. Do you often see people perform exercises incorrectly? Do you think this is a problem?

I do. I also see quite some people (also people that already go to the gym for a longer period) not doing their exercise as efficient as possible. Perhaps this isn't really incorrect, but at least it is not 100% efficient.

6. Do you think this concept could decrease the possibilities for possible injuries?

I think it can, when learning the basic form at the beginning. I do however also think that the correction part should be done very precisely, since otherwise the correction could lead to possible injuries.

7. Do you think this technology can speed up your progress or contribute to your learning process?

Definitely, when the most efficient form execution is learned from the beginning, I think that this would definitely contribute to speeding up the progress.

8. What would be most important for you when your form would be corrected automatically?

As already said, that I can overwrite my own muscles and that the correction is completely painless.

9. *[If they would be willing to use]* In what way would you use the technology, and how long - not per session but until advanced phase or?--?

I think like the first 2-3 weeks of going to the gym, perhaps in combination with a fitness trainer. I think a few weeks is enough to have experienced how it feels and to get grasp on how to perform the exercise.

10. Do you see this technology being used in the future? This could also be applicable for other contexts.

I can't really speak for that of course, but I do really like the concept and I see potential. I am not sure whether this would be applicable for other context, but for the context as presented in the video and explanation, I do see the potential.

P6

R: Nou dan wil ik graag beginnen met de eerste vraag. Hoe oud ben je?

Ik ben 18. [Female]

R: Helemaal goed. Hoeveel ervaring heb je met gewichtheffen

Ik denk dat ik ongeveer een jaartje nu naar de sportschool ga, en dan doe ik ook wel gewichtheffen

R: Oke en hoe heb je de basis vormen toendertijd geleerd toen je voor de eerste keren ging?

Nouja, op het begin toen deed ik het natuurlijk niet goed. En toen ben ik daarna youtube videos gaan kijken van wat goede vormen zijn en waar je op moet letten tijdens het gewicht heffen

R: Oke en hoe vond je dat om dat op die manier te leren? Kostte dat veel tijd en ging het makkelijk daarna?

Eeh, nou ja het kost wel veel tijd want iedereen zegt natuurlijk wat anders, en er is niet echt, allemaal hebben ze andere tips en hoe je er op moet letten enzo. Dus dat kost wel veel tijd, maar uiteindelijk ging het daardoor wel beter.

R: En nam je dat dan mee naar de sportschool of keek je dat dan thuis en probeerde je het dan op de sportschool?

Nou ja ik keek het vaak thuis en dan in de sportschool deed ik soms mezelf filmen zodat ik het dan kon vergelijken thuis

R: Oke top

Heb je ooit een blessure opgelopen tijdens het gewichtheffen

Nee niet tijdens het gewichtheffen

R: En tijdens andere sporten

Ja tijdens voetbal

R: En dat kwam dan door dat iemand anders het je aandeed of omdat je zelf niet goed had opgewarmt of weet je niet waardoor het kwam

Ja een keer heb ik een spierscheurtje gehad. Dat was waarschijnlijk door een verkeerde beweging en niet goed opgewarmd. En de andere keer was echt iets meer gecompliceerd

met mijn knie. En dat kwam toen door het groeien of zoiets.

R: Hoe vaak zou je normaal naar de sportschool gaan, dus als er geen corona was en er waren geen andere verplichtingen op dat moment, hoe vaak zou je dan het liefste gaan?

Nou ja ik ging meestal twee keer maar mijn doel stond toch op drie of vier eigenlijk

R: En heb je al ooit gehoord van EMS, van elektrische spier stimulatie?

Nee

R: Oke dan gaan we nu een filmpje kijken. Het is wel in het engels dus ik hoop dat je het kan volgen.

[Watching/Listening to the video]

R: Ik hoop dat je het een beetje hebt kunnen verstaan.

Ja

R: En dan zou het er dus zo uit komen te zien. Dus dit is dan het eerste deel van het pak en dan zie je hier over gyroscopes zitten die dus de positie kunnen bepalen van dat ding zelf, en dan kunnen ze daarmee dus zien hoe iemand zich

Beweegt

R: beweegt en welke vorm zelf lichaam aanhoudt. Dus zoals je daar ook kan zien kun je dat dan dus zo digitaal krijgen, zoals je ook in het filmpje zag. En dan aan de andere kant zouden dan dus deze elektroden op je spieren geplaatst worden zoals je ook in het filmpje zag. En die zitten dan dus ook in je kleren verwerkt, en die kunnen dan door een beetje elektrische stimulatie te geven kunnen die echt je spieren overnemen en op de goede positie plaatsen voor die oefening die je bent aan het doen.

ja

R: Dus de eerste vraag is, ofja de eerste vraag is eigenlijk, snap je ongeveer wat het idee is?

Ja

R: Oke helemaal goed. Wat is de eerste indruk van deze technologie?

Nou ik vind het wel gaaf, alleen ik denk dat het onbereikbaar is voor gewoon dagelijkse mensen zeg maar

R: En waarom denk je dat het onbereikbaar is voor dagelijkse...

Nou ik denk dat je moet natuurlijk wel verstand van hebben waar je hem moet plaatsen waar je hem moet zetten en over die kleren ik denk dat het best wel duur zal zijn.

R: Oke, duur daar kan ik op dit moment weinig tegen inbrengen, maar de plaatsing is in principe voor iedereen nagenoeg hetzelfde. Dus het zou gewoon in de kleren verworven zitten, dus je hoeft daarna als het goed is, als we het maken zoals we het voor ogen hebben dan hoef je daarna niks meer zelf te plaatsen of te doen. Dan zit het gewoon, trek je het shirt aan en die registreerd het dan en die doet dan ook op de goede plek je spieren aansturen

Oke

R: Dus dat is hopelijk geen probleem.

Ja

R: Zou je deze techniek gebruiken in je toekomst als je voor handen had en als je jezelf dan even inbeeld als iemand die onervaren is in de sportschool, dus die nog niet precies weet hoe alle oefeningen moeten.

Ja soieso wel.

[disturbance in audio]

R: Oke. Wat is je mening over corrigeren in de vorm van het activeren van de spieren in plaats van informeren over de vorm via door bijvoorbeeld een app?

Ik denk wel goed, want je kan wel informeren maar dan is het toch nog maar een tweede dat je het echt goed uitvoert. En als je echt activeert met spieren dan heb je het soieso meteen goed.

R: Ja, zijn er redenen waarom je deze techniek misschien niet zou gebruiken naast de prijs die je natuurlijk al hebt genoemd

Ja, eehm, ja misschien ik ben natuurlijk wel een vrouw, stel de kleding is echt lelijk, dan weet ik niet of ik daarmee naar buiten zou gaan. En misschien als het oncomfortabel zit ofzo of zoiets. Maar voor de rest niet echt denk ik

R: En comfortabel dan dus vooral dat het in het sporten je een beetje belemmert.

Ja

R: Oke, even kijken. Zie je wel een mensen die opdrachten verkeerd uitvoeren in de

sportschool? Denk je dat dat echt een probleem is dat wij voor ons zien.

Ja altijd wel.

Ik doe het zelf ook niet altijd goed denk ik.

R: Denk je dat je dit concept de kans op blessures kan verminderen?

Ja ik denk het wel want zeker bij als mensen echt hogere gewichten gaan heffen en ze hebben dan slechte vorm kan dat heel snel blessures opleveren.

R: Denk je dat deze technologie ook je progressie kan verbeteren, of versnellen en een bijdrage kan leveren aan het leerproces die je doormaakt als beginnend sporter.

Ja denk ik ook wel, want als je een goede vorm en houding hebt en dan heb je ook dat je beter de spieren zeg maar gebruikt en ook de spieren die bedoeld zijn bij die opdracht

R: En dus kan je je training schema beter aanpassen op die oefeningen die je doet omdat je ook echt die spieren traint die je wilt trainen

Ja

R: wat is het belangrijkste voor jou als je postuur of vorm op deze manier automatisch zou worden gecorrigeerd.

Ja ik denk het belangrijkste dat je en, inderdaad sneller progressie maakt en dat je een kleinere kans hebt op blessures

R: En als je het hebt over deze techniek dan is het dus eigenlijk in ware zo dat je spieren als het ware worden overgenomen. Zou je dat. Hoe denk je daarover dat zeg maar machines of een shirt in dit geval dan echt jou spieren aanstuurt, en dat jij op dat moment wellicht iets minder controle over hebt.

Ja dat is aan de ene kant misschien wel spannend of eng of zo, de eerste keer. Maarja het is natuurlijk wel gewoon een shirt dus je kan hem altijd gewoon uittrekken als je denkt van nu ff niet of ik vind het eng of. Maar ik denk dat dat wel goed komt

R: Zou je dat dan willen dat dat altijd mogelijk is dat je het shirt uittrekt. Want ik kan het me natuurlijk voorstellen dat als je armspieren gecontroleerd worden dan weet ik niet hoe jij bijvoorbeeld dat shirt uit zou trekken als je armen niet kan gebruiken.

Ja dat is waar inderdaad. Ja misschien wel iets van een noodstop ofzo. Stel er gaat echt iets fout je krijgt een hele heftige shock ofzo, dat je dan wel iets kan doen om dat te verminderen.

R: En hoe zou jij die noodstop dan voor je zien? Want we moeten natuurlijk verschillende

spieren aanspannen zoals je in het plaatje ziet bij de squad zijn er al meer dan zeven verschillende spieren die je gebruikt. Hoe zie jij dat dan voor je. Zou jij weten hoe we die veiligheid in zouden moeten bouwen?

Nou ik denk dat de enige optie dan misschien met spraak is. Omdat dat de enige spieren zijn die op dat moment gebruikt kunnen worden. Dus dat je bijvoorbeeld iets van een woord moet zeggen om te stoppen.

R: Oke. Ja dat is denk ik wel een hele goede. Super.

Op welke manieren even er vanuitgaande dat deze techniek gewoon beschikbaar was. Zou je deze technologie gebruiken en voor hoelang zou je deze techniek gebruiken?

Nou ik denk soieso als je een nieuwe oefening gaat leren en als je daar de houding dan nog niet van weet dat je dan het gebruikt. En misschien ook als je een stapje hoger in je gewicht gaat zetten.

R: Dus vooral in de beginnende fase en dan als je echt je grenzen probeert op te zoeken dan zou je het nog een keer gebruiken?

Ja ik denk niet dat je het elke dag zou gebruiken want als je gewoon lichte oefening doet dan maakt het ook niet heel veel uit zeg maar

R: En dan de laatste vraag alweer. Kun je je voorstellen dat deze techniek in de toekomst in gebruik word genomen?

Neeja, op dit moment niet echt. Omdat het klinkt gewoon allemaal heel futuristisch. Maar als het eenmaal af is denk ik wel dat er geïnteresseerden zijn.

R: En denk je dat even als doorvraag daarnog op. Denk je, zie je andere plekken waar dit bijvoorbeeld gebruikt zou kunnen worden waarbij het dus heel belangrijk is dat je postuur goed is en dat dat mogelijk zelfs dus gecorrigeerd kan worden als je wat langer in die houding moet blijven en vermoeidheid bijvoorbeeld een factor kan gaan spelen?

Ja ik denk misschien, ja soieso bij powerliften wel het heftigste denk ik. Maar misschien ook wel als jij bijvoorbeeld aan het zwemmen bent in koud water dan kun je ook wel een kramp krijgen en dat kan heel gevaarlijk zijn. Dus misschien dat je dan ook op die manier dat kan voorkomen. En ik denk dat elke sport misschien op het begin wel handig zou zijn. Bij tennis bijvoorbeeld dat je zo een goede houding hebt met je racket. Dus ik denk dat het bij meerdere sporten handig kan zijn maar bij deze wel ook de meeste dingen voorkomt, als in blessures enzo.

R: En buiten sporten, heb je daar nog ideeën over waar het mogelijk gebruikt zou kunnen worden?

Ja misschien ook met hardlopen ofzo.

R: Ja dat is eigenlijk ook nog steeds sporten natuurlijk.

Een eerder voorbeeld dat we hebben gekregen is supermarkten bijvoorbeeld. Omdat je daar natuurlijk ook soms zwaardere dingen moet tillen en het dan ook belangrijk is dat je je vorm goed houdt

Oh ik dacht buiten sporten als je buiten en binnen

Eehm, even denken ja waar. Ja dat is ook tillen dus dat is een beetje het zelfde als gewichten heffen, maar misschien inderdaad ook. Banen met tillen en zo met zulke dingen dat je echt je rug kan belasten.

R: Zoals banen dus zoals dat als in de supermarkt

Ja bouwvakkers of ...

R: Ja oke duidelijk. Dat was het onderzoek.

P7

Demographic questions:

1. How old are you? (also look at gender)
21 years old. Female.
2. How much experience do you have with weightlifting?
I've done strength training for my chest and legs, for one year.
 1. *If they have experience:* How did you learn the basic forms?
I learned from the PE classes in my university, and my coach helped me correct my forms.
How did you experience this? Did it take a lot of time?
It took a lot of time, since you need to train your forms for different weights.
3. Have you ever got injured during your weightlifting training?
Yes, I had a lower back injury and I didn't do any strenuous exercise for more than a month
4. How often do you 'normally' go to the gym?
Three to four times a week.
5. Have you ever heard about electrical muscle stimulation before?
Yes, one of my classmates did research on this

// show video

Concept-related questions:

1. What is your first impression of this technology?
It's good that it can recognize what exercise I am doing. I would wear it if it is a suit that won't interfere with my exercise. However, I'm not sure whether the EMS is good for my exercise, because the EMS electrodes are uncomfortable to wear.
2. Do you see yourself using this in the future if you envision yourself as a beginner in the gym?
Maybe not. Because it doesn't tell me how to do an exercise correctly. I think it would be better if it were combined with other visual or auditory feedback
3. What is your opinion about correcting your form through triggering your muscles based on EMS instead of informing about incorrect form via for instance an app?
I think it is hard to realize. I can't imagine how it works. Can EMS release a tense muscle?
4. Would there be any possible reasons NOT to use this technology?
This question is answered already.
5. Do you often see people perform exercises incorrectly?
It's pretty common. I'm the one who always gets it wrong.
Do you think this is a problem?
Yes. Because it causes injuries and once you are injured you can't do exercise for a month or two.

6. Do you think this concept could decrease the possibilities for possible injuries?
Maybe yes, in the future.
7. Do you think this technology can speed up your progress or contribute to your learning process?
Maybe it can.
8. What would be most important for you when your form would be corrected automatically?
Visual feedback, which allows me to visually see the right power generation muscle group and my current power generation muscle group and allows me to adjust my forms by myself.
9. Do you see this technology being used in the future? This could also be applicable for other contexts.
It can help people relax their muscles after sports injuries.

P8

R: Hoeveel ervaring heb je met gewichtheffen?

P: Ik heb het vroeger wel gedaan, sportschool.

R: En hoe heb je toen de basis geleerd?

P: Van de trainer die daar werkte.

R: Was dat dan in een groepsles?

P: Individueel.

R: Hoe heb je dat ervaren?

P: Heel positief. Ook wel leerzaam, ook heel stimulerend.

R: Kostte het veel tijd om die basis onder de knie te krijgen?

P: Nee, kostte niet veel tijd. Het kost wel veel tijd om het vol te houden.

R: Ben je ooit wel eens geblesseerd geraakt door het gewichtheffen?

P: Ik heb een keer een dumbbell op m' n voet laten vallen. Maar verder niet.

R: Hoe vaak zou je normaal gesproken sporten? Buiten Corona om?

P: Als het ideaal zou zijn, zou ik 3 keer in de week willen sporten.

R: En heb je wel eens van electrical muscle stimulation gehoord? Ofwel EMS.

P: Nee. EMS. Ja, is dat ook van de televisie van die programma' s met van die buikdingen?

R: Ja dat ook.

P: Ja daar heb ik wel eens van gehoord. Vooral voor buikspiertraining.

VIDEO

R: Wat is jouw eerste impressie van deze technologie?

P: Het eerste wat in mij opkomt, wat ik zie, is dat als je te zwaar traint, je met je hele lichaam mee gaat trainen en dit zou daar misschien een oplossing voor kunnen zijn, om dit te voorkomen.

R: En zou je jezelf dit ook in de toekomst zien gebruiken als beginner bij het gewichtheffen?

P: Ja en ik zie het ook vooral als pluspunt dat je dan bijvoorbeeld ook thuis kan trainen als je geen toezicht oog hebt voor iemand die op jouw houding let.

R: Wat vind je er van, we lieten net ook al zien dat er ook andere producten zijn die bijvoorbeeld wel aangeven dat je houding verkeerd is, maar dat doen ze dan bijvoorbeeld via een app die dan een melding geeft op je telefoon of dat je een soort van trilling krijgt als je iets verkeerd doet. Dat heet dan informing, want ze vertellen alleen dat je iets verkeerd doet. Maar dit concept zou dan jouw houding ook direct corrigeren. Dus echt corrigeren in plaats informeren. Wat vind je daar van?

P: Ja dat vind ik juist heel positief. Want je kunt het wel weten dat je het niet goed doet, maar soms weet je ook niet hoe je het moet corrigeren.

R: En toen e nog vaak aan gewichtheffen deed, zag je toen vaak andere mensen die met een verkeerde houding oefeningen uitvoerde?

P: Ja, ja. En ik doe nu ook yoga en daar zie ik ook mensen soms houdingen hebben waarvan je denkt zo is niet hoe de houding moet zijn.

R: Dus je ziet het wel als een probleem?

P: Ja, in de sport zie ik het echt als een probleem.

R: En denk je dan dat dit concept de kans op blessures zou kunnen verminderen?

P: Ja, als het doet wat het zegt dat het doet, dan zou dat kunnen ja. Blijft het er nog wel bij

dat voor gewichtheffen het altijd moeilijk is om de juiste balans te vinden van het juiste gewicht. Ben je te licht, dan kun je ook de verkeerde houding hebben. En ben je te zwaar, maar je moet wel verzwaren om effect te krijgen. Je moet ook wel goed kunnen inschatten en ik weet niet in hoeverre dit dat allemaal kan corrigeren.

R: Denk je dat het ook zou kunnen helpen om je vooruitgang tijdens het gewichtheffen te versnellen of te vergroten? Dus dat je sneller resultaat ziet.

P: Als je zo optimaal de juiste spier traint en dat niet doet met behulp van andere spieren die je anders mee gebruikt, zal dat wel het resultaat ten goede komen denk ik. En ook als het de kans op blessures verkleint, daardoor kun je ook gestaag blijven trainen en dat zal ook het resultaat ten goede komen.

R: En als je dit product zou gebruiken, wat zou dan voor jou het meest belangrijk zijn aan het product?

P: Dat ik er geen hinder mee ondervindt met het dragen. Niet dat het jeukt, of op een lastige plek zit, schuurt. Comfort.

R: Zou je het dan liever in vaste sportkleding willen hebben? Of dat je een extra laag onder je sportkleding draagt?

P: Stel dat het in een nauwsluitend T-shirt is verwerkt, dat zou ik het prettigst vinden. Dan kan ik daar altijd zelf nog iets overheen doen, zonder dat ik het zelf op alle plekken moet gaan plakken.

R: En wat zou je er van vinden dat zo' n product jouw lichaam kan besturen?

P: Ja, kom je natuurlijke aan de betrouwbaarheid van het aansturen. Op zich lijkt het me, wat was precies de vraag?

R: Wat je daar van vindt. Of wat jij belangrijk zou vinden daaraan?

P: Ik hoop wel dat het getest wordt of het geen schade kan toebrengen. Want wat zegt mij dat het zo goed geprogrammeerd is dat ik de juiste houding heb.

R: En hoe zou je dat willen zien? Zou je daar een soort van feedback van willen zien?

P: Ja, ik zou wel een onderzoeksrapport daarvan willen zien.

R: EN hoe zo jij zelf deze technologie dan gebruiken?

P: Ik zou het als het in een T-shirt verwerkt zou zijn, zou ik dat aandoen tijdens mijn trainingen.

R: Maar zou je dat dan bij elke sportsessie dragen, of zou je het alleen op specifieke momenten dragen? Hoe zie je dat voor je?

P: Nee, ik denk dat ik het dan wel altijd zou dragen. Dan ben ik er altijd van verzekerd, hoop ik, van de juiste houding. Zeker bij gewichtheffen. Je kunt juist wel denken, ik heb de juiste houding, ik doe het goed, maar juist door weer te verzwaren met gewichtheffen, hebben je spieren er moeite mee en ga je je lichaam mee gebruiken. En dat is nou net niet de bedoeling. Met gewichtheffen zou ik het altijd dragen.

R: En zie je dan nog andere contexten waarin dit gebruikt kan worden?

P: Voor het werken op kantoor vind ik het ook wel een hele goede. Werken met een laptop, of met een computer. Of je achter je bureau zit. Het zou ook heel mooi zijn als je daar zo van die pulsen krijgt als je niet goed zit. Zou ik eigenlijk nog liever hebben, dat doe ik meer dan gewichtheffen.