

**L'efficacité de l'imagerie mentale sur l'équilibre dynamique  
lors de la marche dans une population de plus de 40 ans**

**Une étude de faisabilité avec un plan croisé**

**TANIA FOURNIER**

**Étudiante HES – Filière Physiothérapie**

**SASKIA GROSSENBACHER**

**Étudiante HES – Filière Physiothérapie**

**Directeur de travail de Bachelor : ROGER HILFIKER**

**TRAVAIL DE BACHELOR**

**Déposé à Loèche-les-bains (VS-CH) le 10 juin 2016**

**En vue de l'obtention d'un**

**Bachelor of Science HES-SO in Physiotherapy**

# Résumé

**Introduction :** L'imagerie mentale est la capacité de se représenter un mouvement ou une tâche mentalement, sans exécution physique. Cette méthode est régulièrement utilisée en neurologie et dans le domaine du sport. Il existe cependant peu de recherches sur l'imagerie mentale et l'équilibre dynamique chez les personnes saines.

**Buts :** L'objectif principal de cette étude est de tester la faisabilité d'un protocole qui évalue l'efficacité de l'imagerie mentale sur l'équilibre dynamique. L'objectif secondaire est d'évaluer l'efficacité du traitement.

**Méthode :** Nous avons réalisé une étude randomisée contrôlée de plan croisé, avec des personnes de plus de 40 ans sans pathologie particulière. Les groupes, durant la phase d'intervention, ont suivi un programme d'imagerie mentale à domicile pendant trois semaines. Nous avons mesuré la stabilité locale avec un accéléromètre et la capacité d'imagerie mentale avec le Timed Up and Go test conventionnel et imaginé.

**Résultats :** Onze participants ont pris part à l'étude et nous avons obtenu une faisabilité de 100 %. Les résultats de l'efficacité de l'entraînement sont non significatifs en raison du faible échantillon.

**Conclusion :** Une future étude reprenant ce thème peut être envisagée. Si cette future recherche apporte de bons résultats, le physiothérapeute aurait un moyen supplémentaire pour travailler l'équilibre. L'imagerie mentale est accessible, relativement sûre, peu coûteuse. Elle peut servir de programme à domicile et n'engendre quasiment pas de fatigue physique. L'imagerie mentale possède donc un haut potentiel, qui se développera sûrement dans les prochaines années.

**Mots clés :** Imagerie mentale, équilibre dynamique, stabilité locale dynamique, faisabilité

# Zusammenfassung

**Hintergrund:** Mentales Training ist die Fähigkeit, sich eine Bewegung oder eine Aufgabe vorzustellen, ohne diese auszuführen. Diese Methode wird regelmässig in der Neurologie sowie im Sport verwendet. Der Gebrauch von mentalem Training zur Verbesserung des Gleichgewichts bei gesunden Personen ist jedoch noch weitgehend unerforscht.

**Ziele:** Das Primärziel dieser Studie ist es, die Machbarkeit eines Protokolls zu testen, das die Wirksamkeit des mentalen Trainings auf das dynamische Gleichgewicht misst. Das sekundäre Ziel besteht darin, die Effizienz des Trainings zu untersuchen.

**Methode:** Wir haben die Studie als randomisierte, kontrollierte Cross-Over-Studie durchgeführt. Teilgenommen haben gesunde Personen über 40 Jahre. Während der Interventionsphase führten beide Gruppen ein dreiwöchiges Heimprogramm durch, das mentale Übungen beinhaltet. Der Parameter «lokale dynamische Stabilität» haben wir mit einem Beschleunigungsmesser gemessen, die Fähigkeit zur Vorstellung von Bewegungsabläufen mit dem konventionellen sowie dem gedanklich vorgestellten Timed Up and Go Test.

**Resultate:** Elf Teilnehmer haben an der Studie teilgenommen. Das in dieser Machbarkeitsstudie evaluierte Konzept hat eine Machbarkeit von 100 %. Die Wirksamkeit des Trainings ist wegen der geringen Teilnehmerzahl nicht signifikant.

**Schlussfolgerung:** Eine vollumfängliche Studie zum hier evaluierten Thema «Mentales Training und Gleichgewicht» ist zukünftig in Betracht zu ziehen. Falls diese Studie signifikante therapeutische Erfolge verzeichnete, hätte der Physiotherapeut ein zusätzliches Instrument zur Verbesserung des Gleichgewichts bei Patienten. Mentales Training ist gut zugänglich, relativ sicher, billig, und geeignet als Heimprogramm, ohne den Patienten dabei physisch zu erschöpfen. Ein solcher Trainingsansatz hat daher grosses Potential, das weitergehend erforscht werden sollte.

**Schlüsselwörter:** Mentales Training, dynamisches Gleichgewicht, lokale dynamische Stabilität, Machbarkeit

# Abstract

**Introduction:** Mental practice is the ability to imagine a movement or exercise mentally without executing it physically. This method has been studied profoundly in neurology and in the domain of sports. However, there is a lack of research in using motor imagery to improve balance in healthy people.

**Objects:** First, we want to evaluate the feasibility of a protocol that tests the efficiency of motor imagery in dynamic balance, and secondly, to evaluate the efficiency of the training.

**Methods:** We executed this randomised, controlled study according to cross-over study design. The participants were healthy people over the age of 40. During the intervention phase, both groups executed a home training with mental practice exercises. We measured local dynamic stability with an accelerometer, the imagery ability with a conventional and an imagined Timed Up and Go Test.

**Results:** We recruited eleven participants. The here evaluated study is 100 % feasible. The efficiency of the training protocol is not significant, due to the small number of participants.

**Conclusion:** We recommend to execute a complete study concerning the here evaluated topic “mental practice and its influence on balance”. If such a study were to show significant therapeutic success, physiotherapists all over would receive another tool to improve impaired balance in their patients. Mental practice is accessible, safe, inexpensive and suitable for home training practises, without physically exhausting the patient. A training protocol, as demonstrated here, has great potential and should be researched further.

**Key words:** Mental practice, dynamic balance, local dynamic stability, feasibility

# **Avertissement**

Les prises de position, la rédaction et les conclusions de ce travail n'engagent que la responsabilité de ses auteurs et en aucun cas celle de la Haute École de Santé Valais, du Jury ou du Directeur du Travail de Bachelor. Nous attestons avoir réalisé seules le présent travail, sans avoir utilisé d'autres sources que celles indiquées dans la liste de références bibliographiques.

Loèche-les-Bains, le 10.06.2016

Tania Fournier et Saskia Grossenbacher

# Remerciements

Nous souhaitons en premier lieu remercier Roger Hilfiker, notre directeur du travail de Bachelor, qui nous a suivies tout au long de cette année et qui nous a apporté ses conseils ainsi que des remarques constructives. Nous lui devons énormément pour son soutien.

Un merci tout particulier aux participants à l'étude qui ont généreusement accepté de participer à notre projet et dont les remarques et les propositions nous ont beaucoup aidées.

Nous remercions également tous les directeurs de travaux de Bachelor pour leurs questions et leurs remarques lors des présentations.

Un grand merci à nos familles et nos proches qui nous ont soutenues et qui ont permis de développer notre réflexion lors de discussions enrichissantes.

Pour finir, nous remercions toutes les personnes qui ont apporté un plus à notre projet, tel que de nouvelles idées, des corrections, des connaissances en informatique, en français, en anglais ou en allemand. Merci à Simon Clerc, Malte Seifert, Anne-Chantal et Pascal Fournier.

# Table des matières

<b>1. Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Imagerie mentale	1
1.1.1 Définition	1
1.1.2 Fonctionnement de l'imagerie mentale	2
1.1.3 Utilisation de l'imagerie mentale dans la pratique	3
1.2 Risque de chute et équilibre	4
1.3 Imagerie mentale et l'équilibre	6
1.4 Problématique	7
<b>2. Méthode</b>	<b>9</b>
2.1 Premières démarches	9
2.2 Objectifs	9
2.3 Design	9
2.4 Échantillon	9
2.5 Intervention	10
2.5.1 Description des exercices	10
2.5.2 Modalités d'évaluation de l'IM	11
2.5.2.1 Évaluation des capacités d'IM	11
2.5.2.2 Test de marche	11
2.5.3 Description de la procédure de l'étude	12
2.5.4 Risque de biais	13
2.6 Outcomes	14
2.7 Critères de faisabilité	14
2.8 Méthode statistique	14
2.9 Aspects éthiques	15
<b>3. Résultats</b>	<b>17</b>
3.1 Description de l'échantillon	17
3.2 Outcome principal : faisabilité	17
3.2.1 Faisabilité méthodologique	18
3.2.1.1 Questionnaire	18
3.2.1.2 Remarques et problèmes rencontrés	19
3.2.2 Compliance	20
3.2.3 Faisabilité des coûts	21
3.2.4 Faisabilité temporelle	21
3.3 Outcome secondaire : efficacité	22
<b>4. Discussion</b>	<b>24</b>
4.1 Interprétation des résultats	24
4.1.1 Faisabilité	24
4.1.2 Efficacité	25
4.2 Limitations	26

4.2.1	Participants.....	26
4.2.2	Risque de biais.....	26
4.2.3	Fiabilité de l'accéléromètre .....	26
4.2.4	Période de wash-out et carry-over effect .....	27
4.2.5	Pistes d'amélioration .....	27
4.2.5.1	Réalisation des exercices .....	27
4.2.5.2	Planification temporelle des tests.....	28
4.2.5.3	Procédure de l'étude .....	29
4.3	Forces .....	30
4.4	Comparaisons avec la littérature.....	30
4.5	Implication dans la pratique physiothérapeutique.....	30
4.6	Implication pour des recherches futures .....	31
<b>5.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>32</b>
<b>6.</b>	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>I</b>
<b>7.</b>	<b>Listes des tableaux.....</b>	<b>V</b>
<b>8.</b>	<b>Listes des figures .....</b>	<b>V</b>
<b>9.</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>VI</b>
	[I] Instructions écrites et exercices d'IM .....	VI
	[II] Document de collecte des données avec les trois sessions de tests et le questionnaire final .....	X
	[III] Informations aux participants et consentement éclairé .....	XV



## Liste des abréviations

AVC	Accident vasculaire cérébral
CHF	Franc suisse
IC	Intervalle de confiance
IM	Imagerie mentale
IRMf	Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle
iTUG	Timed Up and Go test imaginé
LyE	Exposants de Lyapunov
OA	Observation d'actions
RCT	Étude randomisée contrôlée
SDRC	Syndrome douloureux régional complexe
TUG	Timed Up and Go test
TUG-iTUG	Test combinant le TUG et le iTUG
$\Lambda_s$	Stabilité locale dynamique

## Termes anglais

<i>Carry over effect</i>	Effet de report
<i>Delta time</i>	Différence de temps
<i>Drop out</i>	Abandon de l'étude avant qu'elle ne soit terminée
<i>Dual-task</i>	Double tâche ou fait de réaliser deux tâches simultanément
<i>Long term LyE</i>	Exposants de Lyapunov à long terme
<i>Outcome</i>	Issue ou but de l'étude
<i>Période de wash-out</i>	Période de sevrage ou temps pour qu'un traitement n'ait plus d'effet
<i>Short term LyE</i>	Exposants de Lyapunov à court terme

# 1. Introduction

## 1.1 *Imagerie mentale*

### 1.1.1 Définition

Comme le citent Guillot et Collet (2010) dans leur livre sur les fondations neurophysiologiques de l'imagerie mentale (IM) et motrice, l'IM est probablement l'une des opérations les plus sophistiquées réalisée par le cerveau humain. L'IM est le fait de se représenter une action ou un mouvement mentalement, sans exécution physique. Elle peut être de type visuel, kinesthésique, olfactif, gustatif ou auditif. C'est une méthode d'apprentissage où la personne répète mentalement des scènes ou des actions. Comme l'expliquent Duperrex et Schläppy (2014) citant un travail de Raffin, l'imagerie peut être utilisée sous une forme explicite ou implicite. Elle est explicite si on demande au sujet d'exécuter un mouvement mentalement et implicite si on lui demande de reconnaître une main droite d'une main gauche, comme dans le principe de la reconnaissance de la latéralité. L'imagerie mentale et l'imagerie motrice sont deux termes souvent utilisés l'un pour l'autre (Dickstein & Deutsch, 2007). Dans notre étude, nous les considérons comme synonyme.

Il existe deux grands groupes dans l'IM. La première possibilité est d'utiliser un focus interne que l'on nomme également imagerie à la première personne ou imagerie kinesthésique (Dickstein & Deutsch, 2007). Prenons l'exemple d'un lanceur de javelot qui souhaite s'entraîner pour améliorer son geste : avec un focus interne, il essaie de ressentir ce qui se passe dans son corps, d'avoir la sensation de chaque pas ou phase du mouvement. La deuxième possibilité utilise le focus externe, aussi appelé imagerie à la troisième personne ou imagerie visuelle. Reprenons l'exemple du lanceur de javelot, cette fois-ci l'athlète se voit de l'extérieur, comme s'il s'observait à une distance de quelques mètres, tout en effectuant un travail d'observation en détail de chaque composante de son geste.

Selon la littérature, les thérapies qui ont le plus de succès utilisent le focus interne ou le mode kinesthésique (Schuster, Lussi, Wirth, & Ettlin, 2012 ; Voisin, Mercier, Jackson, Richards et Malouin, 2011). D'une manière générale, la combinaison d'un entraînement

physique et d'un entraînement mental donne de meilleurs résultats que l'un ou l'autre réalisé seul (Gabbard, 2015).

### **1.1.2 Fonctionnement de l'imagerie mentale**

Le principe de l'IM se base sur le fait que le contrôle moteur et les étapes de la simulation motrice sont fonctionnellement équivalents (Gabbard, 2015). Rulleau et Toussaint (2014) décrivent le principe de la théorie de la simulation dans leur article *L'imagerie motrice en rééducation*. Pour chaque action, deux phases se succèdent : l'anticipation et l'exécution. La première phase, l'anticipation, est une phase invisible. Elle contient le but de l'action, sa signification et l'analyse de ses conséquences sur l'organisme et le monde extérieur. La seconde phase, l'exécution, est quant à elle visible, puisqu'il s'agit de la réalisation de l'action. L'amélioration de la performance suite à la pratique d'IM repose sur la similarité entre la simulation et l'exécution d'actions d'un point de vue structurel et fonctionnel. Les auteurs précisent encore que « cette dernière [pratique mentale] activerait les aires spécifiques du mouvement et permettrait de construire des associations parmi les processus impliqués dans la motricité ». Ainsi l'IM induit des modifications au niveau cortical favorisant la réalisation et l'efficacité d'un mouvement.

Grâce à l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf), les chercheurs peuvent mettre en évidence les aires cérébrales stimulées. Plusieurs études utilisant l'IRMf indiquent que l'IM, tout comme l'observation des mouvements d'une autre personne, met en évidence les aires cérébrales qui sont aussi activées durant le mouvement. Ces zones sont le cortex moteur primaire (M1), le cortex prémoteur (M2), le cortex pariétal, l'aire motrice supplémentaire et le cervelet (Guillot & Collet, 2010).

D'autres études ont mis en évidence une corrélation entre l'IM et la pratique physique. Le système nerveux autonome aurait des réponses similaires entre les mouvements réels et imaginés. En effet, l'activité électrodermale, thermo-vasculaire et cardio-respiratoire augmentent en prévision des besoins énergétiques qui seront fournis par l'organisme pour la création du mouvement. Lors de tests de marche, des auteurs ont évalué la chronométrie mentale, c'est-à-dire qu'ils ont comparé le temps de marche réel et le temps de marche imaginé pour une certaine distance. Ils ont pu en déduire que la représentation sensorimotrice de l'IM et de la pratique physique correspondent entre elles (Rulleau & Toussaint, 2014).

### **1.1.3 Utilisation de l'imagerie mentale dans la pratique**

L'IM compte plusieurs avantages : elle est peu coûteuse, relativement sûre, accessible et a déjà fait ses preuves dans de nombreux domaines (Braun et al., 2013 ; Hwang et al., 2010). Dans le domaine thérapeutique, cette méthode est utilisée principalement en réhabilitation neurologique, surtout pour les patients hémiplésiques. L'une des ressources clés du rétablissement des capacités motrices après un accident vasculaire cérébral (AVC) est que l'IM stimule les chemins synaptiques qui ne sont plus actifs ou lésés après l'accident (Gabbard, 2015).

Dans une revue systématique, trois études randomisées contrôlées (RCT) avec des participants hémiplésiques ont montré des effets positifs d'un traitement physiothérapeutique conventionnel associé à de l'IM, comparé à un traitement conventionnel seul. Une étude montre une amélioration significative des activités, tandis que deux autres études n'obtiennent pas de résultat significatif (Zimmermann-Schlatter, Schuster, Puhan, Siekierka, & Steurer, 2008).

Une méta-analyse récente a regroupé des études sur l'hémiplégie, la maladie de Parkinson et la sclérose en plaques (Braun et al., 2013). Pour les patients ayant subi un AVC ou souffrant de la maladie de Parkinson, les auteurs rapportent notamment des résultats significatifs sur les activités quotidiennes et la fonctionnalité des bras. Ils obtiennent des effets positifs de l'IM sur les capacités cognitives en général, sur l'attention et la concentration, ainsi que sur l'habileté et la mobilité des membres supérieurs.

Toujours chez des patients hémiplésiques, un entraînement de physiothérapie conventionnel combiné avec de l'IM apporte de meilleurs résultats sur l'équilibre et la marche qu'un entraînement seul (Cho, Kim, & Lee, 2013). En outre, un programme à domicile d'IM a également été testé. Les résultats montrent une augmentation de 40 % de la vitesse de la marche (Dunsky, Dickstein, Marcovitz, Levy, & Deutsch, 2008).

La thérapie miroir est l'une des formes d'IM les plus utilisées en physiothérapie. Dans une étude avec des patients amputés souffrant de douleurs fantômes, tous les participants ont constaté une diminution de la douleur grâce à un entraînement quotidien de 15 minutes (Chan et al., 2007). L'IM permet aussi de diminuer les douleurs neuropathiques

chez les lésés médullaires (Duperrex & Schläppy, 2014) et les patients atteints du syndrome douloureux régional complexe (SDRC) (Moseley, 2012).

Chez les sportifs comme chez les musiciens, l'IM permet d'accroître les performances pendant l'entraînement ou de répéter mentalement avant la compétition (Lotze & Halsband, 2006). Les athlètes blessés l'utilisent de différentes manières : premièrement pour continuer d'entraîner leurs compétences ou habilités pendant le temps de guérison. Deuxièmement ils s'en servent à but motivationnel : s'imaginer dans leur sport en bonne santé leur permet d'affronter l'étape difficile de la blessure. Troisièmement, l'IM leur permet de « marchander » avec la douleur et de la rendre plus supportable (Driediger, Hall, & Callow, 2006).

## **1.2 Risque de chute et équilibre**

Le risque de chute est une problématique de plus en plus importante dans notre société. Les chutes augmentent avec l'âge. Du fait de l'évolution démographique, de plus en plus de personnes âgées sont concernées et en subissent les conséquences. Les hospitalisations ou les autres frais engendrés par les chutes accroissent les coûts de la santé. Les chutes sont lourdes de conséquences pour les personnes âgées en termes de morbidité, mortalité et perte d'indépendance (Perell et al., 2001). En Suisse, 25 % des personnes de plus de 65 ans vivant en ménage privé ont chuté une fois ou plus en 2012. En 2009, les statistiques ont montré que 39 % des personnes de 65 ans et plus, vivant en établissement médico-social, ont chuté au moins une fois. Dans 32 % des cas, les chutes ont occasionné des fractures (« Locomotion et chutes », 2014). Chuter est un problème multifactoriel qui peut être dû à une baisse des capacités physiques, une prise de risque, la peur de chuter, un environnement inadapté, une consommation médicamenteuse ou l'atteinte d'une maladie. C'est pourquoi la prévention des chutes est devenue un enjeu majeur de santé publique (Vaillant, 2004).

L'équilibre dynamique est à différencier de l'équilibre statique. Dans l'équilibre statique, la base de sustentation ne varie pas, seul le centre de masse est en mouvement. Tandis que dans l'équilibre dynamique, la base de sustentation et le centre de masse sont en mouvement (Woollacott & Tang, 1997).

Dans l'équilibre statique ou postural, Vaillant (2004) décrit la posture comme étant « le résultat d'une série de réactions ou de réflexes successifs ». Il met en avant cinq réactions différentes.

<b>Réactions de redressement</b>	Sont exercées par les synergies musculaires
<b>Réactions de soutien</b>	Proviennent de la station debout et sont gérées par les muscles antigravifiques afin de garder le centre de gravité au-dessus du polygone de sustentation
<b>Réflexe d'anticipation</b>	Permet d'anticiper et d'éviter un déséquilibre
<b>Réactions réflexes</b>	Soit : immédiates grâce un arc réflexe (spinal) Soit : avec un temps de latence plus élevé (encéphale)
<b>Réactions de protection</b>	Limitent un déséquilibre ou les impacts d'une chute

*Tableau 1: Les réactions d'équilibre*

La notion d'équilibre pendant la marche est à préciser. Selon Woollacott et Tang (1997), la locomotion est composée de plusieurs tâches simultanées :

1. Génération d'un mouvement continu pour progresser jusqu'à une destination
2. Maintien d'un équilibre pendant la progression
3. Adaptation face aux changements dans l'environnement ou à d'autres tâches réalisées simultanément
4. Initiation et fin du mouvement de locomotion

Deux principes régulent l'équilibre : le contrôle proactif et le contrôle réactif. Par exemple, sur une surface instable comme de la glace, le système proactif se manifeste avant le déséquilibre, en activant les muscles précocement afin de prévenir toutes perturbations. Le système réactif intervient pendant et après le déséquilibre par des réponses posturales automatiques.

La stabilité dynamique lors de la marche a été définie par Hilfiker et al. (2013) comme la capacité à garder une locomotion fonctionnelle malgré la présence de perturbations externes ou d'erreurs de contrôle interne. La diminution de la stabilité de la marche apparaît déjà entre 40 et 50 ans selon l'étude de Terrier et Reynard (2015). Les troubles de l'équilibre sont généralement travaillés en physiothérapie. Ils peuvent être réduits avec un programme d'exercices, que ce soit chez des personnes saines ou non (Hausdorff et al., 2001).

### **1.3 Imagerie mentale et l'équilibre**

Nous citons à présent des études qui reprennent le thème de l'IM et de la stabilité, dans un premier temps dynamique, puis statique. L'IM améliore l'équilibre et le contrôle postural chez les patients hémiparétiques (Hosseini, Fallahpour, Sayadi, Gharib, & Haghgoo, 2012). Pour des traitements de 45 minutes, un groupe a reçu une thérapie conventionnelle, tandis que l'autre groupe a reçu 30 minutes de thérapie conventionnelle et 15 minutes d'IM. Après cinq semaines, le groupe ayant eu de l'IM en plus de la thérapie habituelle obtient un résultat significatif au Timed Up and Go test (TUG).

Comme déjà cité, Dunsky et al. (2008) ont élaboré un programme à domicile pour des personnes hémiparétiques. Les participants ont eu trois fois par semaine 15 minutes d'entraînement imaginé de marche. La séance était supervisée par un physiothérapeute. Deux mesures ont été prises : les paramètres spatio-temporels et cinématiques de la marche ainsi que des tests fonctionnels de marche. Les résultats ont montré une augmentation significative de la vitesse, de la longueur des pas, de leur symétrie, ainsi qu'une meilleure amplitude du genou parétique. Les habiletés fonctionnelles et motrices se sont également améliorées significativement.

Une autre étude avec des patients ayant eu un AVC met également en évidence une amélioration significative. Les résultats du Functional Reach Test, du TUG, du 10-m Walk Test et du Fugl-Meyer assessment sont nettement supérieurs chez le groupe ayant eu de l'IM en plus de la thérapie habituelle par rapport au groupe contrôle (Cho et al., 2013).

D'autres auteurs ont remarqué qu'un entraînement cognitivo-moteur se basant sur le *dual-task* améliorerait la stabilité locale dynamique lors de la marche chez les personnes âgées. Pour cela, les auteurs ont comparé sur six mois un programme d'exercices pour la santé et un programme de danse, qui liait l'entraînement physique et l'entraînement mental en retenant les chorégraphies. Les deux groupes se sont améliorés mais seul le groupe de danse a obtenu un résultat significatif (Hamacher, Hamacher, Rehfeld, & Schega, 2015).

L'équilibre statique a également été évalué dans différentes études. Après six semaines, les auteurs d'une RCT ont obtenu des résultats significatifs qui concernaient les oscillations posturales, l'attention ainsi que le temps de réaction (Hamel & Lajoie, 2005).

Dans une autre étude, les auteurs ont comparé les effets de l'IM et de l'observation d'actions (OA), c'est-à-dire de vidéos de personnes réalisant des exercices d'équilibre. Après quatre semaines, elle montre une amélioration significative de l'équilibre sur une surface instable, qui a été calculée grâce à une plateforme instable (Taube, Lorch, Zeiter, & Keller, 2014).

Les IRMf montrent une activité cérébrale importante quand que les participants travaillent leur équilibre avec de l'IM. Les zones principales stimulées sont les centres moteurs dont l'aire motrice supplémentaire, le putamen et le cervelet (Ferraye et al., 2014 ; Taube et al., 2015). En plus de ces trois zones, une seconde étude a montré l'activation du cortex prémoteur, du gyrus cingulaire, du lobule pariétal supérieur et du thalamus (Ferraye et al., 2014).

## **1.4 Problématique**

Comme vu ci-dessus, l'idée que l'IM puisse améliorer le système sensorimoteur, dont fait partie l'équilibre, est présente dans plusieurs études ; mais aucune ne l'a étudiée dans la pratique. Dans les études que nous avons recueillies jusqu'à présent, nous avons vu que l'IM pouvait augmenter la qualité de la marche chez des personnes ayant des pathologies, et que le *dual-task* avec la danse et l'apprentissage des chorégraphies améliore l'équilibre.

L'objectif de notre travail est d'évaluer l'effet de l'IM sur l'équilibre chez les personnes de plus de 40 ans. Nous souhaitons tester l'effet d'un programme à domicile d'IM avec un grand nombre de participants. Nous n'avons pas trouvé d'étude qui mette en lien ces trois éléments et si notre hypothèse s'avère juste, les physiothérapeutes pourraient inclure cette méthode dans leurs thérapies d'équilibre. L'IM a l'avantage de comporter peu de risques, d'être peu coûteuse, réalisable à domicile, moins fatigante physiquement pour le patient et en plus, elle permet de varier les traitements.

L'étude optimale serait une étude à grande échelle qui inclurait un grand nombre de sujets. Cependant, il est fortement conseillé de mener une étude pilote avant d'élaborer l'étude finale (Leon, Davis, & Kraemer, 2011), c'est pourquoi nous avons choisi de faire une étude de faisabilité. Notre travail comporte deux buts différents. Le but premier est d'évaluer la faisabilité de l'étude, tandis que le but second est d'évaluer l'efficacité d'un



programme à domicile d'IM sur l'équilibre de la marche chez les personnes de plus de 40 ans.

## **2. Méthode**

### **2.1 Premières démarches**

Nous avons fait une recherche d'articles sur Pubmed et Google Scholar afin de nous renseigner sur l'IM, l'équilibre, ainsi que les liens existants entre ces deux sujets. Après cela, nous avons élaboré le document requis par la commission d'éthique. Notre étude a été admise en décembre 2015. Pendant ce temps, nous avons également élaboré le protocole et créé les exercices. L'étude a été réalisée pendant neuf semaines, de février à mars 2016.

### **2.2 Objectifs**

Nous avons pour hypothèse que l'IM améliore l'équilibre lors de la marche chez les personnes de plus de 40 ans. L'objectif de l'étude future serait de tester l'efficacité d'un programme à domicile d'IM sur l'équilibre dynamique lors de la marche. Pour l'étude actuelle, l'objectif principal est de tester la faisabilité du protocole au niveau méthodologique, des coûts et dans le temps. Notre objectif secondaire est d'évaluer l'efficacité d'un entraînement d'IM sur l'équilibre dynamique.

### **2.3 Design**

Nous avons choisi le design d'une étude exploratoire de faisabilité avec un plan d'étude croisé. Un plan d'étude croisé permet de diviser par deux le nombre de participants requis car chaque participant prend part à la phase intervention et à la phase contrôle (Bland, 2016). Nous obtenons donc le double d'informations sur l'efficacité de l'intervention par rapport à une RCT. De plus, cela a permis d'augmenter l'intérêt des participants pour notre étude car chacun a pu expérimenter les exercices.

### **2.4 Échantillon**

Au début de l'étude, nous souhaitons inclure 32 participants. La détermination de l'échantillon a été faite par l'analyse suivante : en se basant sur un taux de réussite que nous avons estimé à 90 %, sur un test statistique de proportions, en prenant en compte un taux d'erreur de type 1 de 5 % et une puissance statistique de 80 %, nous aurions dû inclure 29 participants. Toutefois, afin de compenser d'éventuels *drop-out*, estimés à 10

%, et pour que la taille du groupe reste la même, nous avons décidé d'inclure 32 participants.

Les participants ont été recrutés à Loèche-les-Bains à l'aide d'un flyer que nous avons affiché dans divers endroits du village ainsi que par le bouche-à-oreille. Nous avons inclus les personnes de plus de 40 ans étant capables de marcher 200 mètres de manière autonome avec ou sans aide de marche. Les personnes nécessitant un déambulateur ou l'aide d'une personne pour marcher ont été exclues de l'étude. Nous avons choisi l'âge de 40 ans comme âge minimal car la stabilité dynamique diminue entre 40 et 50 ans (Terrier & Reynard, 2015). L'exclusion des personnes ayant besoin d'un déambulateur a été faite parce que Spreitler (2013) a découvert que la stabilité de la marche, mesurée à l'aide des exposants de Lyapunov (LyE) (que nous développons plus tard), ne changeait pas chez les participants avec un déambulateur, alors que le Berg Balance Score s'améliorait de manière significative. L'auteur a conclu qu'aucun changement n'était possible au niveau de la stabilité de la marche en raison de la stabilisation apportée par le déambulateur. Suite au recrutement, 11 participants de 40 à 70 ans, dont huit femmes et trois hommes, ont pris part à l'étude.

## **2.5 Intervention**

### **2.5.1 Description des exercices**

Nous avons créé un programme d'exercice d'IM sur trois semaines en nous basant sur les temps d'entraînement qui existaient dans la littérature scientifique. Les participants devaient réaliser les exercices trois fois par semaine, comme dans l'étude de Cho et al. (2013). La liste d'exercices, qui se trouve en annexe [I], comportait six exercices différents que le participant devait réaliser deux fois de suite. Un exercice durait 40 secondes, suivi d'une pause de 20 secondes. Les participants géraient le temps avec un chronomètre. À nos connaissances, il n'existe pas d'étude sur le temps idéal d'un entraînement ou d'un exercice d'IM. Dans une étude, des durées d'exercices de 15, 25 ou de 45 secondes ont été appliqués (Voisin et al., 2011). Notre entraînement durait 12 minutes au total. Nous avons choisi ces 12 minutes par rapport à des études qui proposaient un temps d'entraînement soit de 17 minutes (Schuster et al., 2011), soit de 15 minutes (Dunsky et al., 2008), soit de 10 minutes (Yágüez et al., 1998 ; Yágüez, Canavan, Lange, & Hömberg, 1999).

Selon Schuster et al. (2011), de meilleurs résultats sont obtenus lorsque les exercices sont exécutés avec une perspective interne à la place d'une perspective externe, avec un mode kinesthésique et non visuel, avec les yeux fermés, ainsi qu'avec une instruction détaillée au lieu d'une instruction vague ou en mots-clés. C'est pourquoi nous avons choisi de créer des exercices précis, à réaliser les yeux fermés avec une perspective interne et kinesthésique.

## **2.5.2 Modalités d'évaluation de l'IM**

### **2.5.2.1 Évaluation des capacités d'IM**

L'IM est difficile à mesurer à cause de sa nature mentale (Malouin, Richards, Jackson, & Doyon, 2010). Néanmoins, il existe différents tests pour évaluer la capacité d'IM, dont le Time-Dependent Motor Imagery (TDMI) (Rulleau & Toussaint, 2014), le Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) (Malouin et al., 2007) et le TUG-iTUG (Beauchet et al., 2010). Rulleau et Toussaint (2014) ont constaté que les mesures de chronométrie mentale donnent des informations pertinentes. Pour notre étude, nous avons choisi le TUG-iTUG. Le TUG est un test simple qui est souvent utilisé pour évaluer l'équilibre et la marche. Il mesure le temps dont le sujet a besoin pour se lever d'une chaise, marcher trois mètres, se retourner, et revenir s'asseoir sur la chaise (Podsiadlo & Richardson, 1991). Le iTUG est le même test mais effectué de manière imaginée. Cela signifie que le participant s'imagine faire le TUG, sans l'effectuer physiquement. La différence de temps (*delta time*) entre ces deux tests donne une indication sur la capacité d'IM du participant. Plus la différence de temps est grande, moins la capacité d'IM est bonne. D'après Beauchet et al. (2010), c'est la seule évidence d'IM pour mesurer la marche et l'équilibre qui utilise un test standardisé comme le TUG. Le TUG-iTUG nous semble pertinent pour notre étude car il est standardisé et a été approuvé scientifiquement (Beauchet et al., 2010). De plus, il est en lien avec la marche et simple à réaliser.

### **2.5.2.2 Test de marche**

Nous avons évalué la stabilité dynamique locale à l'aide d'un accéléromètre mesurant les LyE. Ces derniers mesurent les mouvements dans trois différents plans : vertical, médio-latéral et antéro-postérieur. Ils estiment le niveau de perturbation ou chaos qui existe dans un système dynamique (Hilfiker et al., 2013). Les LyE ont également été utilisés dans de nombreuses études sur la marche, par exemple chez les personnes âgées (Buzzi, Stergiou, Kurz, Hageman, & Heidel, 2003 ; Hamacher et al., 2015) ou pour comparer la stabilité des genoux avant et après une opération due à une gonarthrose (Yakhdani et al., 2010). Il

existe deux différentes mesures pour les LyE : les *short* et les *long term LyE*. Les *short term LyE* montrent le facteur de risque de chute, car ils mesurent les réactions aux petites perturbations, ce que ne font pas les *long term LyE* (Roos & Dingwell, 2011). Nous avons donc utilisé les *short term LyE*. Riva, Bisi et Stagni (2014) ont démontré qu'il fallait un nombre de pas supérieur à 140 pour obtenir un résultat fiable, c'est pourquoi nous avons choisi une distance de 180 mètres.

L'accéléromètre a été posé directement sur la peau entre les vertèbres L3 et L4 et a été fixé avec une bande élastique au-dessus des habits. Nous avons choisi la hauteur de L3-L4 par rapport aux recherches de Gouelle (2011), qui affirme que, comme le centre de masse se situe environ au niveau de L3 en situation de repos, celle-ci est la plus adéquate pour les mesures. De plus, vu que L3 se situe à la hauteur des crêtes iliaques, cela nous a permis des mesures plus reproductibles (Chakraverty, Pynsent, & Isaacs, 2007). L'accéléromètre utilisé dans notre étude mesure 3.3 x 4.6 x 1.5 cm et pèse 10 g (ActiGraph wGT3X-BT). Nous avons utilisé une fréquence d'échantillonnage de 100 Hz.

Pour le test de marche, les participants ont marché six fois le long d'un couloir de 30 mètres à leur rythme habituel, avec l'accéléromètre posé sur leur colonne vertébrale lombaire. Ils devaient faire une pause de cinq secondes après chaque changement de direction afin de permettre une meilleure distinction des accélérations lors de l'analyse des données. Pendant ce test, nous avons également mesuré leur vitesse de marche. Les tests ont toujours été réalisés par au moins l'une de nous deux.

L'étude a été effectuée dans l'ancienne clinique de réadaptation neurologique de Loèche-Bains qui offre un couloir adapté à notre étude. En effet, celui-ci a une surface plane d'environ 35 mètres.

### **2.5.3 Description de la procédure de l'étude**

Les participants ont été randomisés à l'aide d'un programme informatique et ont été répartis aléatoirement dans les groupes A et B. Cette randomisation a été effectuée par une personne qui n'a pas supervisé les tests ni les instructions des exercices. Selon leur disponibilité, nous avons réparti les participants en plusieurs groupes d'une à cinq personnes.

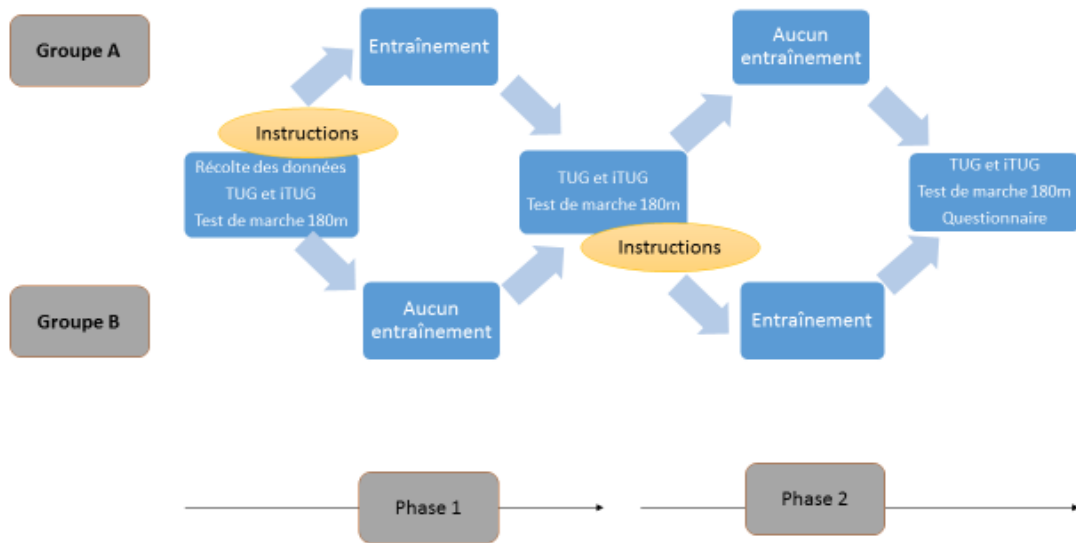


Figure 1: Organigramme de l'étude ; TUG = Timed Up and Go test ; iTUG = Timed Up and Go test imaginé

Comme le montre le graphique 1, notre étude comportait trois sessions de tests. À la première session, nous avons récolté les données personnelles des participants (sexe, date de naissance, antécédents médicaux) et nous les avons également testés avec un TUG conventionnel, un iTUG et un test de marche de 180 mètres.

La première phase de l'étude a duré trois semaines. Pendant cette première phase, le groupe A a effectué les exercices d'IM (phase d'intervention) et le groupe B n'a rien fait (phase de contrôle). Après les trois semaines, une deuxième session de tests a été réalisée, tous les participants ont effectué à nouveau le test de marche, le TUG et le iTUG.

Durant la deuxième phase, qui a également duré trois semaines, le groupe A était en phase de contrôle pendant que le groupe B était en phase d'exercices. À la troisième session de tests, tous les participants ont à nouveau effectué le TUG, le iTUG, ainsi que le test de marche. Le questionnaire évaluant la faisabilité de l'étude a été rempli.

#### 2.5.4 Risque de biais

Nous avons identifié un risque de biais dans notre étude pilote : les examinatrices étaient obligées de connaître la répartition des groupes A et B afin d'instruire les exercices. C'est pour cette raison que les tests n'ont pas été réalisés à l'aveugle. Il existe donc un faible risque d'influencer involontairement les résultats. Cependant, nous avons considéré ce risque de biais comme étant minimal car les tests choisis sont difficiles à influencer.

## **2.6 Outcomes**

L'*outcome* principal de notre étude pilote est sa faisabilité. Nous avons donc analysé la faisabilité méthodologique, la compliance, les coûts ainsi que la réalisation de l'étude dans le temps. La faisabilité de l'étude a pu être réalisée grâce au questionnaire rempli après la troisième session de tests. La compliance, quant à elle, a été évaluée grâce au calendrier rempli par les participants. La faisabilité méthodologique a été mesurée par les remarques des patients et la faisabilité temporelle par nos observations suite à la réalisation de l'étude.

L'*outcome* secondaire est l'efficacité, qui a été mesurée par les résultats avec l'accéléromètre, c'est-à-dire les changements des LyE dans les trois plans ainsi que par le *delta time* (en prenant la différence de secondes entre le TUG et le iTUG).

## **2.7 Critères de faisabilité**

Notre critère de réussite principal était une combinaison de compréhension, d'acceptation et de participation à l'entier de l'étude. Ces trois critères ont été évalués à l'aide d'un questionnaire que nous avons créé et qui comportait trois questions sur la faisabilité de l'étude, celui-ci se trouve en annexe [II]. Pour mettre en place une étude à plus grande échelle, nous nous attendions à ce que 70 % des participants répondent « oui » aux trois questions.

## **2.8 Méthode statistique**

Les enregistrements des LyE ont été sauvegardés sous forme codée. Ils ont été lus avec le logiciel ActiLife et les analyses ont été faites avec le package *tseriesChaos* du logiciel statistique dénommé R. La moyenne des valeurs sur 180 pas a été prise pour déterminer l'efficacité. Nous décrivons ci-dessous les trois analyses prévues :

- Comparaison des résultats du groupe A et du groupe B dans la première phase de l'étude
- Comparaison du deuxième et du troisième test du groupe A qui nous permet d'évaluer l'effet à long terme
- Comparaison des groupes A et B dans les deux phases à l'aide du test t apparié

C'est avec cette dernière analyse que nous voyons l'utilité d'une étude de plan croisé, car le test t apparié nous permet d'avoir deux fois plus de données. Pour terminer, nous avons analysé la différence des résultats entre le TUG et le iTUG et regardé s'il y avait une corrélation avec le test de marche.

Le graphique 2, qui se situe sur la page suivante, montre un exemple des différentes étapes de l'analyse de l'équilibre dynamique que nous avons obtenues avec les données d'un participant. Les trois courbes représentées dans le premier graphique sont les mesures des accélérations dans le plan vertical, médio-latéral et antéro-postérieur. Le deuxième graphique fait la représentation en 3D des cycles de marche. Le troisième graphique met en évidence les divergences entre les cycles de marche du participant. Le quatrième graphique définit la pente du *short term LyE*.

## **2.9 Aspects éthiques**

Notre étude a été soumise à la commission d'éthique valaisanne et a été admise en décembre 2015. Avant de s'engager dans l'étude, tous les participants ont signé le consentement éclairé [III]. Ils ont été informés de leurs droits et devoirs, ainsi que du déroulement de l'expérimentation avant de signer la feuille de consentement. L'étude a été conduite en respect de la déclaration d'Helsinki d'octobre 2013.



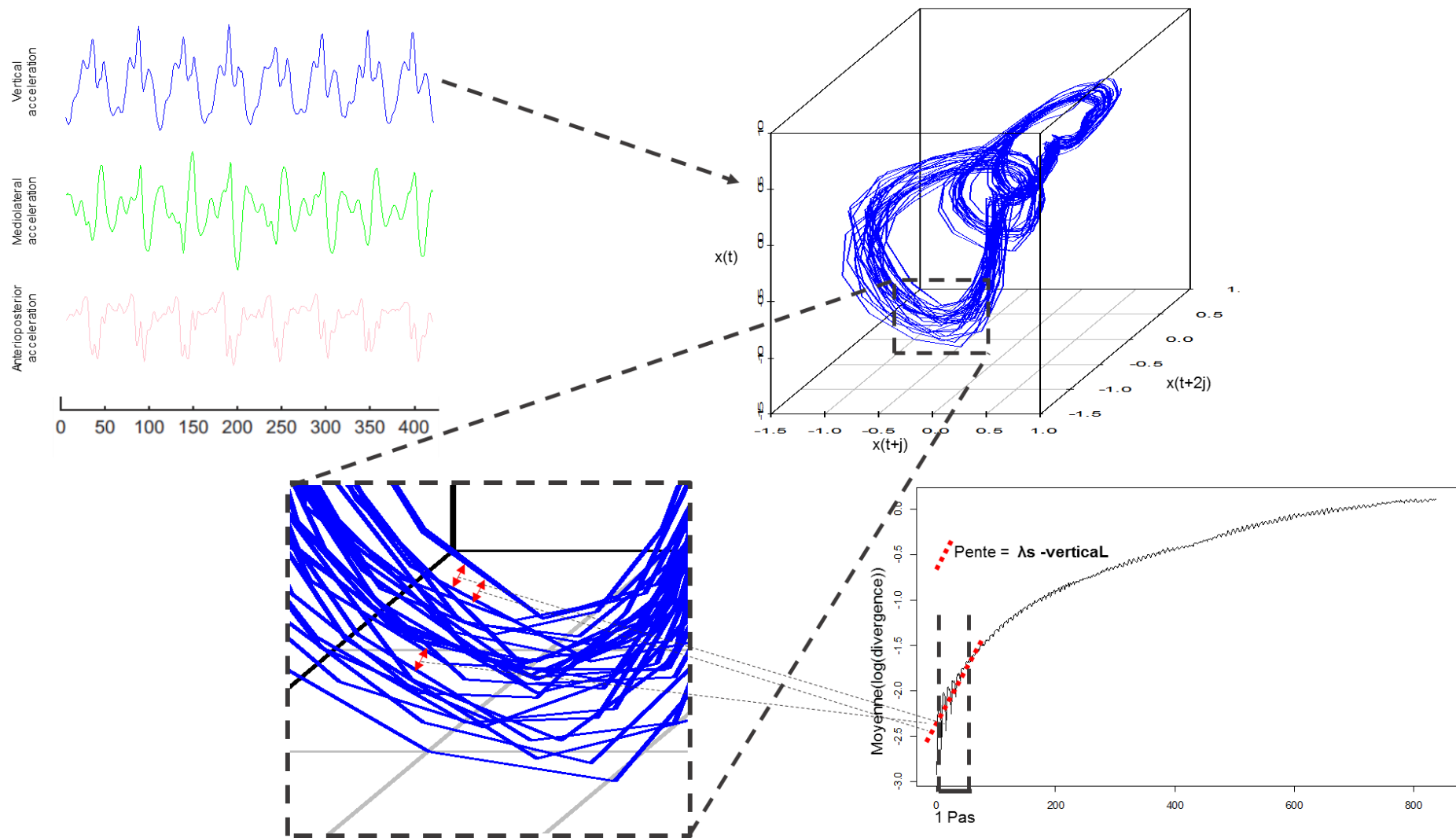


Figure 2: Les quatre étapes du traitement des données du test de marche avec les exposants de Lyapunov ;  $\lambda_s$  = stabilité locale dynamique ;  $x$  = accélération ;  $t$  = temps ;  $j$  = laps de temps

### 3. Résultats

Dans ce chapitre, nous vous présentons de manière succincte nos résultats, car ceux-ci seront développés plus grandement dans la discussion. Tout d'abord nous décrivons les diverses caractéristiques de l'échantillon, puis viennent ensuite les résultats de la faisabilité de l'étude et ceux de l'efficacité de l'IM sur l'équilibre.

#### 3.1 Description de l'échantillon

Variables	Tous (N=11)		Groupe A (N=6)		Groupe B (N=5)	
	Moyenne ou N	Écart-type ou %	Moyenne ou N	Écart-type ou %	Moyenne ou N	Écart-type ou %
Âge	52,5	8,7	55,5	9,9	49	6,2
Femmes	8	73%	5	45%	3	27%
Présence de pathologies	6,0	55%	3	27%	3	27%
TUG (s)	8,3	1,9	8,7	2,5	7,7	0,8
iTUG (s)	7,2	3,0	7,4	3,7	6,9	2,2
Différence TUG-iTUG (s)	1,1	1,5	1,3	1,5	0,8	1,7
Vitesse de marche (m/s)	1,42	0,16	1,40	0,20	1,43	0,10

Tableau 2: Descriptif de base ; N = nombre ; % = pourcentage ; s = seconde ; m/s = mètre par seconde

Le tableau 2 résume notre échantillon de base. Nous avons recruté 11 participants, dont huit femmes et trois hommes. En ce qui concerne les pathologies, six personnes ont signalé des maladies ou dégénérescences qui pouvaient altérer leur capacité de marche. Le domaine le plus couramment mentionné est celui de la rhumatologie (gonarthrose, ostéoporose), puis celui de la traumatologie (entorse), des atteintes cardio-respiratoires (asthme, hypertension artérielle) et enfin celui des troubles de la vue et un lymphome inguinal.

#### 3.2 Outcome principal : faisabilité

Dans ce travail, nous analysons la faisabilité dans le but de faire une étude de plus grande envergure. Le protocole, détaillé dans la figure 3 ci-après, nous a guidées dans la réalisation de cette étude. Nous présentons les différents résultats en lien avec la faisabilité, c'est-à-dire la méthodologie, la compliance, l'aspect financier et enfin, la temporalité.

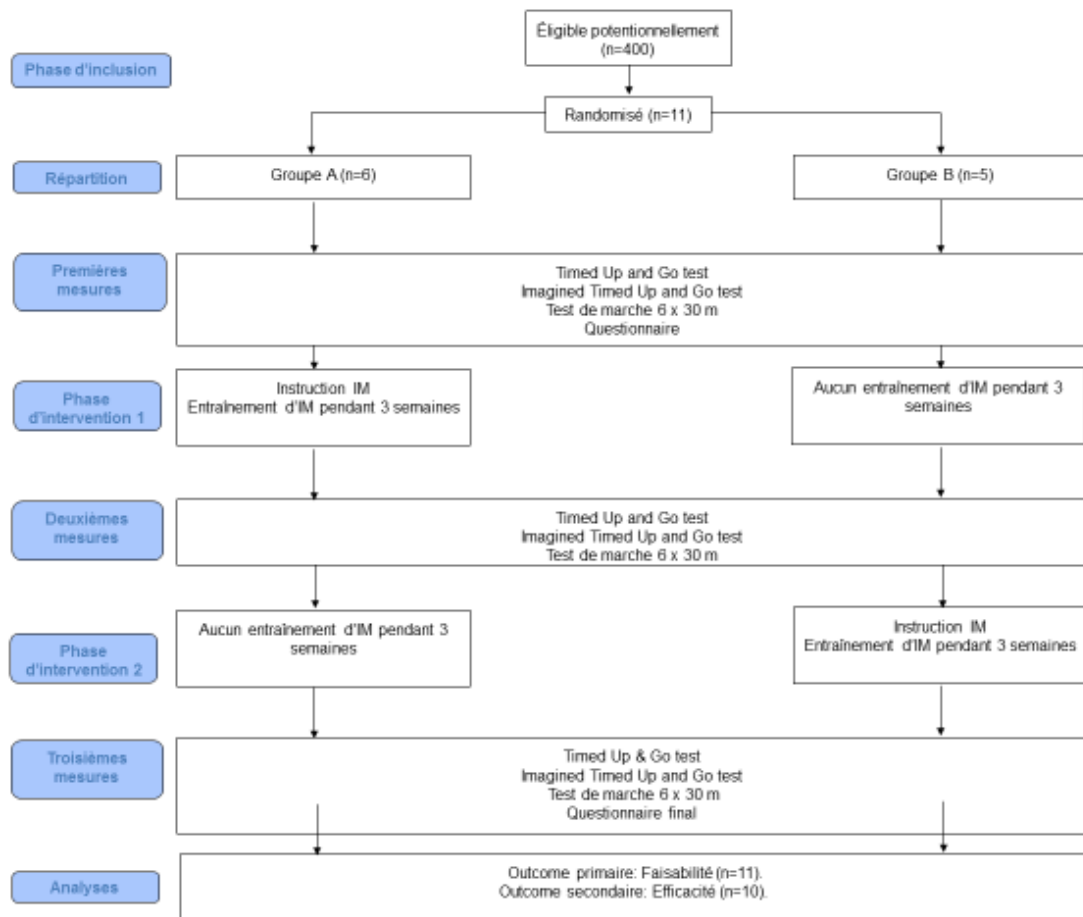


Figure 3: Organigramme détaillé de l'étude ; n = nombre de participants

### 3.2.1 Faisabilité méthodologique

#### 3.2.1.1 Questionnaire

Avec le questionnaire que nous avons soumis aux participants, nous avons évalué la faisabilité méthodologique en nous basant sur quatre critères. Ces derniers sont présents dans la figure 4 ci-dessous. 100 % d'entre eux ont compris les exercices et ont accepté la procédure de l'étude. De plus, chacun a été présent à tous les tests et grâce au calendrier, nous avons pu observer qu'ils avaient tous réalisé les exercices au moins une fois. Nous avons considéré une fois car cela signifie que le participant a accepté le déroulement de l'étude. Nous n'avons cependant pas trouvé d'éléments scientifiques pour définir cette mesure. Nous avons pour critère que 70 % des participants répondent « oui » aux trois questions pour que l'étude soit faisable. L'IC (95 %) mesuré avec la faisabilité est de 1 à 1.

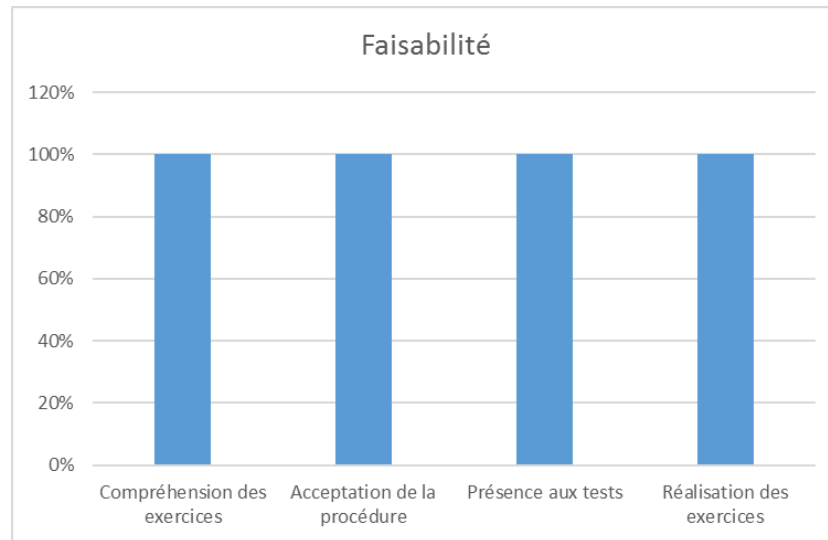


Figure 4: Faisabilité méthodologique de l'étude évaluée avec le questionnaire et le calendrier ; réalisation des exercices = avoir fait l'entraînement une fois ou plus

### 3.2.1.2 Remarques et problèmes rencontrés

Dans le calendrier, les participants ont pu signaler les remarques ou les problèmes qu'ils ont rencontrés en faisant les exercices. La remarque présente quatre fois est qu'ils n'arrivaient pas à utiliser le focus interne, ou ne savaient pas s'ils exécutaient les exercices avec le bon focus. Un participant nous a par exemple dit qu'il se voyait de loin lorsqu'il faisait les exercices. Cela signifie qu'il a utilisé en partie le focus externe. Le deuxième problème signalé par trois personnes concerne le minuteur mécanique. Celui-ci n'est pas optimal car la mesure la plus basse est d'une minute alors que nous avons demandé de faire des exercices de 40 secondes. De plus, le tic-tac du minuteur était dérangeant et perturbait la concentration. Deux participants ont indiqué que l'exercice où ils devaient répéter une action (éviter le chien et la voiture) était difficile à réaliser car il fallait répéter cette action plusieurs fois pour pouvoir réaliser l'exercice durant 40 secondes. Deux autres personnes ont trouvé le temps d'exercice de 40 secondes trop court.

D'autres remarques n'ont été apportées qu'une seule fois. Un participant trouvait difficile de rester concentré, surtout qu'il fallait lire et comprendre les exercices dans un laps de temps assez court. Un autre participant a trouvé plus facile de faire les exercices quand il y avait peu de lumière, le soir. Aussi, il est plus facile de réaliser les exercices qui se situent dans des situations ou lieux connus. Une personne a pensé que ce serait bien de se voir progresser pendant un exercice, de s'imaginer que la tâche devienne de plus en plus facile. Une autre personne a trouvé qu'elle avait un meilleur équilibre dans le train suite à l'entraînement d'IM.

### 3.2.2 Compliance

Nous avons cinq critères pour évaluer la compliance des participants : le nombre de jours d'exercices réalisés, la réalisation des exercices au moins deux fois par semaine, les minutes d'exercices effectuées et d'un point de vue plus subjectif les problèmes rencontrés et les remarques négatives. Les trois premiers points se résument dans la figure 5 ci-après.

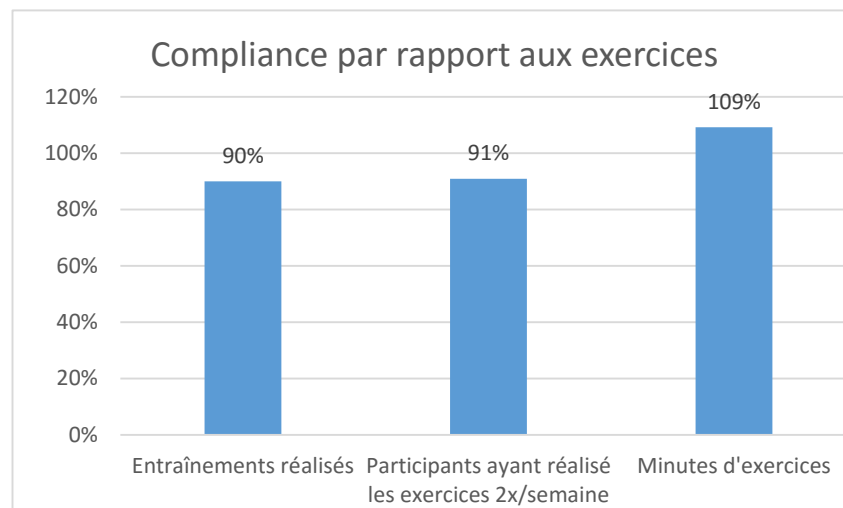


Figure 5: Compliance ; 1<sup>ère</sup> colonne : pourcentage réalisé des entraînements demandés ; 2<sup>ème</sup> colonne : pourcentage des participants ayant réalisé l'entraînement au moins deux fois par semaine ; pourcentage défini depuis l'étude de (Heyward & Gibson, 2014) ; 3<sup>ème</sup> colonne : pourcentage réalisé du temps demandé

- Sur neuf jours d'exercices prévus, la moyenne réalisée est de 8.1 jours, c'est-à-dire que les participants ont fait en moyenne 90 % des entraînements demandés.
- 91 % des participants se sont exercés au moins deux fois par semaine.
- Au total, nous avons demandé aux participants 108 minutes d'exercices. Ils en ont réalisé en moyenne 118, donc 10 minutes de plus que ce qui leur était demandé. Cela représente 109 %.
- Pendant l'entraînement d'IM, quatre participants ont indiqué avoir rencontré des problèmes.
- Six participants ont fait des remarques par rapport aux aspects qui ne leur semblaient pas explicites.

Un autre point important à noter est que tous les participants sont allés au terme de l'étude.

### 3.2.3 Faisabilité des coûts

	Programme informatique	Accéléromètre	Minuteur	Assurance	Commission éthique	Local	Matériel tests
Nombre	1	3	11	1	1	1	/
Coûts par unité (CHF)	1700	250	3,25	0	200	0	/
Matériel déjà disponible	1	0	0	1	0	1	0
Sous-total	1700	750	35,75	0	200	0	20
<b>Total</b>							<b>2705,75</b>

Tableau 3: Faisabilité des coûts ; CHF = franc suisse

Au total, les coûts de l'étude seraient revenus à environ 2700 CHF. Cependant, plusieurs articles étaient déjà acquis par l'école, c'est pourquoi les frais réels de l'étude sont moins élevés que ceux présentés ici. Les chiffres du tableau 3 ci-dessus sont calculés avec certains rabais obtenus par la Haute école spécialisée de Suisse occidentale.

### 3.2.4 Faisabilité temporelle

<b>Echéancier sur l'année (en semaines)</b>		
	Temps prévu	Temps réel
Commission d'éthique	6	6
Rédaction des documents	6	6
Recrutement	2	2
Durée de l'étude	6	9
Recueil des données	6	9
Analyse des résultats	5	4

Tableau 4: Échéancier sur l'année

Le tableau 4 ci-dessus montre les données réelles de notre étude. Nous n'avons pas travaillé à 100 % sur ce projet car nous participions en même temps aux cours de 3<sup>ème</sup> année. Nous avons prévu de réaliser notre étude en six semaines. Cependant, nous avons dû nous adapter aux disponibilités des participants d'où un allongement de la durée à neuf semaines.

<b>Temps pour une session (en minutes)</b>			
	Temps prévu	Temps réel	
Travail administratif	5	5	} Par session
Première installation du matériel	20	15	
Installation du matériel	10	5	
Récolte des données	3	5	
Instruction d'IM	10	10	
Test de marche	5	8	} Par participant
TUG-iTUG	2	2	

Tableau 5: Temps pour une session de tests, temps calculé pour un examinateur ; IM = imagerie mentale ; TUG-iTUG = Timed Up and Go test et Timed Up and Go test imaginé

Pour les différentes sessions, dont le détail est présenté dans le tableau 5, nous avons bien estimé le temps nécessaire à l'installation du matériel et au recueil des données des participants. Nous avons compté une réserve de temps supplémentaire dans le cas où un problème surviendrait.

Pour le passage des tests, il a fallu 10 minutes par participant. Le temps de deux minutes prévu initialement pour le TUG et iTUG était juste. Par contre pour le test de marche avec l'accéléromètre, nous avons prévu cinq minutes alors qu'il s'est avéré être de huit minutes.

### 3.3 Outcome secondaire : efficacité

Suite à une mesure qui n'a pas été bien enregistrée, nous avons perdu les données d'une personne et nous avons donc pu nous baser que sur 10 participants. Nous avons donc six participants pour le groupe intervention et quatre participants pour le groupe contrôle. C'est pour cette raison que nous avons décidé de ne pas présenter les deux premières analyses (comparaison du groupe A et du groupe B dans la première phase de l'étude ; comparaison du deuxième et du troisième test du groupe A) car elles sont imprécises au niveau statistique.

Nous avons cependant pu utiliser le test t apparié pour le test de marche. Les résultats sont décrits dans le tableau 6 ci-dessous.

	Contrôle		Intervention		Différence		Taille de l'effet	
	Moy.diff. avant-après IM	95% IC	Moy. diff. avant-après IM	95% IC	Moyenne	95% IC	Moyenne	95% IC
$\lambda_s$ vertical	-0,006	-0,048 à 0,037	-0,014	-0,051 à 0,024	0,008	-0,059 à 0,075	0,136	-0,708 à 0,975
$\lambda_s$ médio-latéral	0,000	-0,054 à -0,054	0,008	-0,026 à 0,043	-0,008	-0,092 à 0,075	-0,124	-0,962 à 0,721
$\lambda_s$ antéro-postérieur	0,001	-0,057 à 0,058	-0,014	-0,064 à 0,035	0,015	-0,088 à 0,118	0,191	-0,658 à 1,029
TUG-iTUG Diff. (s)	0,467	-0,038 à 0,973	-0,766	-1,203 à -1,33	1,234	0,608 à 1,859	1,688	0,716 à 2,631

Tableau 6: Résultats de l'efficacité ; Moy. diff. avant-après IM = moyenne des différences avant et après l'intervention ; IM = imagerie mentale, IC = intervalle de confiance ;  $\lambda_s$  = stabilité locale dynamique ; Explication : différence positive = péjoration de la stabilité dynamique ou du TUG-iTUG ; différence négative = amélioration de la stabilité dynamique ou du TUG-iTUG

Le test t apparié nous a permis de comparer les 10 interventions avec les 10 données contrôles (chaque personne est son propre contrôle). Les colonnes « contrôle » incluent les résultats des deux groupes, tout comme la colonne « intervention ». Nous pouvons voir que les changements de la stabilité locale dynamique ( $\lambda_s$ ) sont minimes. Une amélioration non significative dans la stabilité verticale est présente dans les deux phases. La stabilité médio-latérale ne change pas pour la phase contrôle et se péjore légèrement dans la phase intervention. La stabilité antéro-postérieure ne change quasiment pas dans

la phase contrôle et s'améliore de manière non significative dans la phase intervention. Une taille de l'effet de 0.2 est considérée comme petite (The Cochrane Collaboration, 2011), donc cela signifie que l'effet de l'intervention est minime en ce qui concerne la stabilité locale dynamique.

Pour les résultats des tests TUG-iTUG, nous nous sommes basées sur les 11 participants. La différence entre le TUG réel et le TUG virtuel s'est améliorée de manière significative pour la phase d'intervention.



## 4. Discussion

Dans cette étude interventionnelle de plan croisé, le but principal était d'évaluer la faisabilité. Les 11 personnes de 40 à 70 ans qui ont participé à l'étude ont bien adhéré à la procédure et étaient satisfaites du programme d'exercices. Les résultats montrent que l'étude est faisable au niveau méthodologique, de la compliance, ainsi qu'au niveau des coûts et du temps. Le but secondaire était de tester l'efficacité du traitement d'IM. Cependant, trop peu de participants ont pris part à l'étude pour obtenir des résultats statistiquement significatifs.

### 4.1 *Interprétation des résultats*

Les deux groupes sont relativement homogènes, à part au niveau de la répartition hommes-femmes. Cependant, cela n'a pas d'influence sur les résultats de la faisabilité.

#### 4.1.1 **Faisabilité**

Le critère pour la faisabilité méthodologique était que 70 % des participants répondent « oui » aux trois éléments du questionnaire. Cela a été largement atteint avec 100 % de réponses positives. L'étude est donc faisable d'un point de vue méthodologique. Il est important de préciser que la faisabilité de 100 % est valable uniquement pour l'étude pilote. Nous ne pouvons pas assurer qu'avec un échantillon plus grand, nous aurions obtenu le même résultat. Mais vu la médiane de l'IC (95%) de 1, la faisabilité devrait être supérieure à 70 %. Nous précisons également que nous avons utilisé uniquement le questionnaire comme critère d'évaluation. Le nombre de participants n'était donc pas un critère de réussite de l'étude. Pour cette étude, il nous semblait peu important de prendre en considération le nombre de participants, mais ce dernier serait pourtant important pour une future étude.

Concernant la planification temporelle, nous avons utilisé plus de temps que prévu pour les sessions de tests, car nous avons dû nous adapter aux disponibilités des participants. Des pistes d'amélioration concernant la planification ainsi que l'instruction et la réalisation des exercices sont développées plus tard. Par rapport à la compliance des participants, nous avons observé que sur le total de 108 minutes d'entraînement demandé, ils ont réalisé 10 minutes de plus. Cela peut être expliqué soit par une envie de s'exercer plus, soit parce que le temps d'entraînement fixé était trop court par rapport aux exercices demandés comme deux participants l'ont indiqué. Suite à l'analyse de la méthodologie,

de la compliance des participants, des coûts et de l'aspect temporel de cette étude, nous pouvons affirmer qu'une étude de plus grande envergure est faisable.

#### **4.1.2 Efficacité**

Nous n'avons pas pris en compte les pathologies des participants en raison du petit échantillon. Cependant, dans une étude plus grande, il serait intéressant de comparer les résultats des personnes saines avec les personnes souffrant d'arthrose, d'ostéoporose, de troubles de vue et des traumatismes qui influencent l'équilibre.

Pendant la phase d'intervention, il y a une légère amélioration des LyE dans les plans verticaux et antéro-postérieurs. Pendant la phase contrôle, il y a une légère péjoration dans le plan antéro-postérieur. Étant donné qu'il y a plus de changements des valeurs dans la phase intervention que dans la phase contrôle, nous pouvons déduire que l'intervention a un effet positif.

Nous observons une nette amélioration entre le TUG et le iTUG. Cela peut provenir d'une meilleure chronométrie mentale ou d'une meilleure capacité d'IM grâce aux entraînements.

Pour l'efficacité du traitement, nous n'avons pas obtenu des résultats significatifs. Ceci peut provenir de plusieurs facteurs. Un des facteurs est la petite taille de l'échantillon. En effet, il nous aurait fallu 32 participants selon l'analyse de la détermination de l'échantillon. Un grand échantillon permet d'avoir une homogénéité des données. Un autre facteur est que nous n'avons pas considéré le *carry over effect* ainsi que la *période de wash-out*, comme ces éléments n'ont pas, à notre connaissance, été étudiés dans la littérature. Quand le traitement de la phase d'intervention garde son effet pendant la phase suivante, nous parlons d'un *carry-over effect*. La *période de wash-out* est une période pendant laquelle les participants ne reçoivent pas de traitement dans le but d'arrêter les effets du traitement précédent (Bland, 2016). Un troisième facteur possible de l'insignifiance des résultats est la durée de trois semaines de l'intervention. En effet, nous n'avons pas trouvé dans la littérature une étude qui préconisait la durée optimale d'un traitement d'IM chez des sujets sains. Nous nous sommes toutefois basées sur la durée de traitement d'autres études d'IM.

Il est également important de ne pas confondre les termes « statistiquement » et « cliniquement » significatifs. Un échantillon trop petit ou une dispersion trop importante des données, qui résulte à un groupe de participants très hétérogène, peuvent mener à des résultats cliniquement significatifs mais pas statistiquement significatifs (du Prel, Hommel, Röhrig, & Blettner, 2009).

Pour conclure, il nous semble important de souligner que le but de notre travail n'était pas de prouver l'effet du traitement, mais de tester la faisabilité de l'étude. L'efficacité du traitement est une analyse secondaire, à laquelle nous ne pouvons pas donner beaucoup d'importance en raison du faible nombre de participants.

## **4.2 Limitations**

Dans cette partie du travail, nous présentons les différentes limitations que nous avons pu observer suite à la réalisation de l'étude.

### **4.2.1 Participants**

Idéalement, nous pensions pouvoir inclure 32 participants. Cependant, il a été difficile de trouver des volontaires malgré les flyers distribués et les mails envoyés. Nous aurions pu optimiser le recrutement en faisant cette étude dans un lieu plus peuplé que Loèche-les-Bains ou en distribuant des flyers avec un design plus attractif.

### **4.2.2 Risque de biais**

Le risque de biais diminue la qualité d'une étude. Nous connaissons la répartition des participants à l'intérieur des groupes, pour pouvoir instruire les exercices. Une proposition d'amélioration est citée dans le sous-chapitre 4.2.5.3.

### **4.2.3 Fiabilité de l'accéléromètre**

L'accéléromètre possède une bonne fiabilité pour les comparaisons entre groupes. Mais la fiabilité peut être modifiée par plusieurs facteurs :

- La ceinture n'est pas toujours fixée avec la même tension.
- L'orientation du capteur peut varier.

L'estimation de la stabilité dynamique est significative pour mesurer les différences entre les groupes. En ce qui concerne les différences entre les individus, l'accéléromètre ne mesure que les grands changements et il est déconseillé de l'employer dans ce but.

L'appareil peut donc être utilisé pour calculer les différences entre les groupes, mais il nécessite aussi quelques améliorations (van Schooten, Rispen, Pijnappels, Daffertshofer, & van Dieen, 2013).

#### 4.2.4 Période de wash-out et carry-over effect

Pour cette étude de faisabilité, nous n'avons pas considéré de *période de wash-out* ni de *carry-over effect* car le temps idéal n'a pas été défini pour l'IM selon nos recherches. Nous avons pris comme contrôle la première phase du groupe B ainsi que la deuxième phase du groupe A, alors que ce dernier avait déjà fait le traitement. Les données sont donc faussées pour les résultats de l'efficacité, car celles du groupe A ne sont pas neutres. Nous proposons une piste d'amélioration à ce sujet dans le sous-chapitre suivant.

#### 4.2.5 Pistes d'amélioration

##### 4.2.5.1 Réalisation des exercices

Grâce aux remarques des participants, nous avons conclu qu'il fallait faire quelques modifications dans les exercices. Elles sont détaillées dans le tableau 7 ci-dessous.

<b>Quoi</b>	<b>Comment</b>	<b>Proposition</b>
<b>Nombre de répétitions</b>	Moins d'exercices, plus de répétitions	4 exercices x 3 répétitions
<b>Difficulté des exercices</b>	Intégrer une progression pour le même exercice	3 répétitions avec les difficultés : élevée, moyenne, simple
<b>Éviter les exercices avec une seule action</b>	Faire des exercices où l'action se répète naturellement	Monter un escalator dans un centre commercial : devancer les personnes qui nous précèdent
<b>Instructions écrites</b>	Décrire plus précisément la perspective interne	Améliorer la description dans le document écrit
<b>Instructions orales</b>	Décrire plus précisément la perspective interne	Entraîner plus d'un exercice avec le participant
<b>Compréhension des exercices écrits en allemand par les francophones</b>	Écrire les exercices dans les deux langues si nécessaire	Traduire les instructions et les exercices
<b>Gêne du minuteur</b>	Utiliser une application adéquate sur un téléphone	Application permettant de définir le temps d'entraînement et le temps de pause

Tableau 7: Pistes d'amélioration des exercices

En effet, les participants nous ont proposé de faire moins d'exercices mais plus de répétitions, d'éviter les exercices avec une seule action et d'intégrer une progression pour le même exercice. En ce qui concerne le nombre de répétitions des exercices d'IM, nous n'avons pas trouvé de recommandations dans la littérature. Pour une future étude, nous proposerions de faire quatre exercices différents et de les répéter trois fois avec un degré de difficulté variable : difficile, moyen, facile. De plus, cela permettrait de garder le total d'entraînement de 12 minutes. Nous avons remarqué qu'il fallait mieux décrire les instructions écrites afin que les participants utilisent exclusivement la perspective interne. Il serait également bénéfique d'améliorer les instructions orales et d'entraîner plusieurs exercices avec eux afin de pouvoir les corriger. Pendant notre étude, nous n'avons entraîné qu'un seul exemple. Comme Loèche-les-Bains est un village germanophone, les instructions et les exercices étaient détaillés en allemand. Quelques participants avaient comme langue maternelle le français et nous avons remarqué que certains éléments étaient difficiles à comprendre. Dans une future étude, il serait préférable de rédiger les documents dans les deux langues. En ce qui concerne la gêne du minuteur, nous avons déjà proposé aux participants ayant un iPhone® ou un appareil Android® d'utiliser une application qui permet de limiter un temps d'entraînement et un temps de pause. Certains l'ont utilisée et cela a fonctionné parfaitement.

#### **4.2.5.2 Planification temporelle des tests**

La gestion temporelle des tests devrait également être améliorée. Le test de marche avec l'accéléromètre a duré huit minutes au lieu des cinq initialement prévues, ceci en raison du temps de pose de l'appareil. Il fallait également attendre que ce dernier commence à enregistrer avant que le participant ne fasse le test. Deux examinatrices faisaient passer les tests en même temps pour deux participants. Celle qui faisait passer le TUG-iTUG finissait bien plus vite que celle qui s'occupait du test de marche. Pour contrer ce problème, il faudrait trouver une autre planification ou que les examinateurs soient mieux formés à faire passer les tests avant le début de l'étude.

Nous proposerions également de réaliser le test de marche sur une distance continue de 180 mètres. Cela aurait plusieurs avantages. Premièrement, cela réduirait le temps de passage du test de marche. Deuxièmement, les analyses de ce dernier seraient effectuées plus rapidement avec le programme R, car cela nécessite moins d'étapes de traitement.

### 4.2.5.3 Procédure de l'étude

Le risque de biais présent dans l'étude pilote pourrait être enlevé, en ayant plus de personnel.

- Une personne donnerait les instructions des exercices
- Deux autres personnes feraient passer les tests.

Cependant, comme nous étions seulement deux personnes à réaliser l'étude, il nous était impossible de contrer ce biais.

Il serait également intéressant d'intégrer une *période de wash-out* dans la procédure de l'étude. Après la phase d'intervention, le groupe A ferait le deuxième test, puis s'en suivrait une *période de wash-out*. Le but serait, qu'à la fin de cette période, le *carry-over effect* ne soit plus présent. C'est alors que nous pourrions commencer la phase contrôle pour le groupe A. Cependant, avant d'envisager cela, il serait nécessaire d'évaluer la durée du temps d'une *période de wash-out* pour un entraînement d'IM pour l'équilibre dynamique.

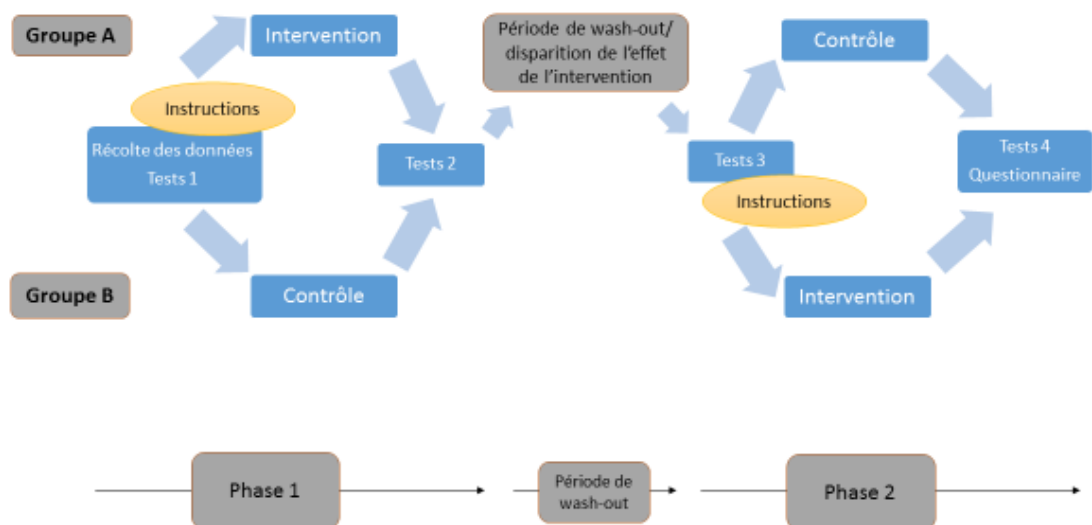


Figure 6: Organigramme de l'étude avec période de wash-out

Nous n'avons pas de moyen de savoir si les participants avaient réalisé les exercices. Nous nous sommes basées sur le calendrier qu'ils devaient remplir et leur honnêteté. Cependant, vu l'amélioration des résultats du TUG-iTUG, nous pouvons déduire que les participants se sont entraînés. Pour renforcer cette affirmation, il serait possible d'ajouter le questionnaire KVIQ (Malouin et al., 2007). Celui-ci évalue la capacité d'IM, visuelle et kinesthésique, d'une manière plus détaillée que le TUG-iTUG.

### **4.3 Forces**

Notre travail est une des premières études sur l'IM qui utilise un moyen d'analyse de la stabilité tel que les LyE. De plus, c'est l'une des rares qui inclut des personnes sans pathologies particulières. Notre étude peut servir de base afin de faciliter la planification d'une future étude. Nous avons évalué tous les éléments nécessaires comme la gestion du temps, le matériel, les coûts et les instructions, pour en citer quelques-uns. Nous décrivons tout ce qui serait utile pour refaire et améliorer l'étude. Cela permettrait également de gagner du temps. Une autre force de notre travail est que nous proposons des exemples d'exercices d'équilibre avec de l'IM, ceux-ci se trouvent en annexes [I]. Selon nos recherches, cela n'a jamais été publié dans la littérature. Nous aurions aimé pouvoir comparer nos exercices avec des exemples déjà existants. Pour écrire ce travail, nous nous sommes tenues aux recommandations pour des études pilotes de Thabane et al. (2010).

### **4.4 Comparaisons avec la littérature**

Étant donné que nous avons réalisé une étude de faisabilité, il aurait été intéressant de comparer les résultats avec d'autres études de faisabilité sur l'IM et l'équilibre. Cependant, nous n'avons pas trouvé d'étude semblable à la nôtre. Nous aurions aussi pu comparer notre travail avec des études sur l'IM et l'équilibre, mais les résultats obtenus ne sont pas significatifs. Comme il existe peu de littérature sur le sujet, il est d'autant plus difficile de faire des comparaisons. En effet, notre étude se base sur des sujets sains et non sur des sujets âgés ou ayant une pathologie spécifique, comme nous le retrouvons dans d'autres recherches.

### **4.5 Implication dans la pratique physiothérapeutique**

Cette étude de faisabilité permet d'avancer dans le domaine de l'IM. Étant donné que le but principal était de tester la faisabilité, nous ne pouvons pas apporter de nouveaux éléments pour la pratique du physiothérapeute. Nous développons ci-dessous quelques points essentiels que nous avons pu expérimenter lors de la réalisation de l'étude.

Les participants ont apprécié les exercices. Ces derniers sont un bon complément aux traitements habituels et se prêtent aussi comme programme à domicile. Sur la base de résultats significatifs qui apparaissent dans d'autres études sur l'IM (Hamacher et al., 2015 ; Hamel & Lajoie, 2005 ; Taube, Lorch, Zeiter, & Keller, 2014), nous recommandons aux thérapeutes d'utiliser l'IM pour améliorer, entre autre, l'équilibre des

patients. De plus, l'entraînement avec l'IM permet d'avoir un accès différent à la thérapie, fatiguant peu le patient physiquement. Son coût peu élevé, son accessibilité et le peu de risques font de l'IM un traitement attrayant (Braun et al., 2013 ; Hwang et al., 2010).

Pour rappeler notre thématique, améliorer l'équilibre permet de limiter le risque de chute. Hamel et Lajoie affirment que diminuer le temps de réaction permet de réduire l'incidence des chutes dans la population âgée. Cela peut se faire à l'aide de méthodes d'entraînement, dont fait partie l'IM (2005).

#### **4.6 Implication pour des recherches futures**

Nous décrivons ci-après les manques qui existent dans la littérature et les questionnements qui ont surgi de notre réflexion. Pour une étude de plus grande envergure qui reprendrait la problématique de l'IM et l'équilibre dynamique chez les personnes de plus de 40 ans, il serait nécessaire d'adapter les remarques suivantes :

- Comme cité précédemment, les instructions des exercices d'IM ne sont pas décrites dans la littérature. Il serait donc intéressant de comparer différentes sortes d'instructions pour avoir un exemple type d'une bonne instruction d'IM.
- Il a été difficile pour nous de choisir le nombre de répétitions, car nous n'avons pas pu nous baser sur des preuves scientifiques. C'est pourquoi nous proposerions d'évaluer également le nombre de répétitions idéal pour l'IM.
- Il serait nécessaire d'évaluer le *carry-over effect* ainsi que la *période de wash-out* pour un travail d'IM.
- Pour une future étude, il faudrait adapter les coûts et la gestion de temps par rapport au nombre de participants recrutés.
- Suite à ce travail, l'effet à court terme de l'IM devrait être évalué, il serait également intéressant d'évaluer l'effet à long terme, le but étant que les effets du traitement perdurent.



## 5. Conclusion

Nous avons remarqué que l'IM a été peu étudiée en physiothérapie, à part pour les patients neurologiques. C'est pourquoi nous souhaitons analyser les effets de l'IM sur l'équilibre dynamique. L'équilibre lors de la marche est en relation directe avec le risque de chute qui concerne un très grand nombre de personnes âgées et devient en enjeu de santé publique.

Au vu des bons résultats obtenus pour la faisabilité du protocole, le travail que nous avons effectué peut servir de base à une étude évaluant les effets de l'IM sur l'équilibre dynamique. Il serait également intéressant de mener de futures recherches sur le thème de l'IM, notamment sur les modalités des exercices, instructions et nombre de répétitions par exemple, ainsi que sur la *période de wash-out*.

L'utilisation de l'IM par les physiothérapeutes est encore limitée et relativement méconnue. Elle présente pourtant de nombreux atouts à même d'enrichir les thérapies et les moyens de traitement à disposition. En lien avec le développement des neurosciences, l'IM représente un champ de recherche à explorer ces prochaines années.

## 6. Références bibliographiques

- Beauchet, O., Annweiler, C., Assal, F., Bridenbaugh, S., Herrmann, F. R., Kressig, R. W., & Allali, G. (2010). Imagined Timed Up & Go test: a new tool to assess higher-level gait and balance disorders in older adults? *Journal of the neurological sciences*, 294(1), 102-106.
- Bland, M. (2016, 11 mai). Cross-over trials. Repéré à <https://www-users.york.ac.uk/~mb55/msc/trials/cross.htm>
- Braun, S., Kleynen, M., van Heel, T., Kruithof, N., Wade, D., & Beurskens, A. (2013). The effects of mental practice in neurological rehabilitation; a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in human neuroscience*, 7.
- Buzzi, U. H., Stergiou, N., Kurz, M. J., Hageman, P. A., & Heidel, J. (2003). Nonlinear dynamics indicates aging affects variability during gait. *Clinical Biomechanics*, 18(5), 435-443.
- Chakraverty, R., Pynsent, P., & Isaacs, K. (2007). Which spinal levels are identified by palpation of the iliac crests and the posterior superior iliac spines? *Journal of anatomy*, 210(2), 232-236.
- Chan, B. L., Witt, R., Charrow, A. P., Magee, A., Howard, R., Pasquina, P. F., ... Tsao, J. W. (2007). Mirror therapy for phantom limb pain. *New England Journal of Medicine*, 357(21), 2206-2207.
- Cho, H., Kim, J., & Lee, G.-C. (2013). Effects of motor imagery training on balance and gait abilities in post-stroke patients: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 27(8), 675-680.
- Dickstein, R., & Deutsch, J. E. (2007). Motor imagery in physical therapist practice. *Physical therapy*, 87(7), 942-953.
- Driediger, M., Hall, C., & Callow, N. (2006). Imagery use by injured athletes: a qualitative analysis. *Journal of Sports Sciences*, 24(3), 261-272.
- du Prel, J.-B., Hommel, G., Röhrig, B., & Blettner, M. (2009). Konfidenzintervall oder p-Wert. *Dtsch Arztebl*, 106(19), 335-9.
- Dunsky, A., Dickstein, R., Marcovitz, E., Levy, S., & Deutsch, J. (2008). Home-based motor imagery training for gait rehabilitation of people with chronic poststroke hemiparesis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89(8), 1580-1588.
- Duperrex, S., & Schläppy, G. (2014). *Les thérapies d'imagerie motrice et de marche virtuelle dans le traitement des douleurs neuropathiques chez les personnes lésées médullaires*. Haute Ecole de Santé Vaud.
- Ferraye, M. U., Debû, B., Heil, L., Carpenter, M., Bloem, B. R., & Toni, I. (2014). Using motor imagery to study the neural substrates of dynamic balance. *PloS one*, 9(3).
- Gabbard, C. (2015). The potential of motor imagery training in fall prevention among the elderly. Dans *Motor imagery: Emerging practices, role in physical therapy and clinical implications* (pp. 23-40). NY : Nova Science Publishers.
- Gouelle, A. (2011). *Développement d'un score de stabilité chez les personnes présentant des pathologies d'origine neurologique entraînant des troubles de la marche et/ou de l'équilibre*. Université Paris Sud-Paris XI.

- Guillot, A., & Collet, C. (2010). *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery*. (S.I.) : Oxford University Press.
- Hamacher, D., Hamacher, D., Rehfeld, K., & Schega, L. (2015). Motor-cognitive dual-task training improves local dynamic stability of normal walking in older individuals. *Clinical Biomechanics*.
- Hamel, M. F., & Lajoie, Y. (2005). Mental imagery. Effects on static balance and attentional demands of the elderly. *Aging clinical and experimental research*, 17(3), 223-228.
- Hausdorff, J. M., Nelson, M. E., Kaliton, D., Layne, J. E., Bernstein, M. J., Nuernberger, A., & Singh, M. A. F. (2001). Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise. *Journal of Applied Physiology*, 90(6), 2117-2129.
- Heyward, V., & Gibson, A. (2014). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription* (7<sup>e</sup> éd.). (S.I.) : Human Kinetics.
- Hilfiker, R., Vaney, C., Gattlen, B., Meichtry, A., Deriaz, O., Lugon-Moulin, V., ... Terrier, P. (2013). Local dynamic stability as a responsive index for the evaluation of rehabilitation effect on fall risk in patients with multiple sclerosis: a longitudinal study. *BMC research notes*, 6(1), 260.
- Hosseini, S. A., Fallahpour, M., Sayadi, M., Gharib, M., & Haghgoo, H. (2012). The impact of mental practice on stroke patients' postural balance. *Journal of the neurological sciences*, 322(1), 263-267.
- Hwang, S., Jeon, H.-S., Yi, C., Kwon, O., Cho, S., & You, S. (2010). Locomotor imagery training improves gait performance in people with chronic hemiparetic stroke: a controlled clinical trial. *Clinical rehabilitation*, 24(6), 514-522.
- Leon, A. C., Davis, L. L., & Kraemer, H. C. (2011). The role and interpretation of pilot studies in clinical research. *Journal of psychiatric research*, 45(5), 626-629.
- Locomotion et chutes. (2014, 4 septembre). Repéré à <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index/themen/14/02/01/key/07/05.html>
- Lotze, M., & Halsband, U. (2006). Motor imagery. *Journal of Physiology-paris*, 99(4), 386-395.
- Malouin, F., Richards, C. L., Jackson, P. L., & Doyon, J. (2010). Motor imagery for optimizing the reacquisition of locomotor skills after cerebral damage. *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery*, 161-176.
- Malouin, F., Richards, C. L., Jackson, P. L., Lafleur, M. F., Durand, A., & Doyon, J. (2007). The Kinesthetic and Visual Imagery Questionnaire (KVIQ) for assessing motor imagery in persons with physical disabilities: a reliability and construct validity study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31(1), 20-29.
- Moseley, G. L. (2012). *The graded motor imagery handbook*. (S.I.) : Noigroup publications.
- Perell, K. L., Nelson, A., Goldman, R. L., Luther, S. L., Prieto-Lewis, N., & Rubenstein, L. Z. (2001). Fall risk assessment measures an analytic review. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(12), M761-M766.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed « Up & Go »: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*, 39(2), 142-148.

- Riva, F., Bisi, M. C., & Stagni, R. (2014). Gait variability and stability measures: Minimum number of strides and within-session reliability. *Computers in biology and medicine*, 50, 9-13.
- Roos, P. E., & Dingwell, J. B. (2011). Influence of simulated neuromuscular noise on the dynamic stability and fall risk of a 3D dynamic walking model. *Journal of biomechanics*, 44(8), 1514-1520.
- Rulleau, T., & Toussaint, L. (2014). L'imagerie motrice en rééducation. *Kinésithérapie, la Revue*, 14(148), 51-54.
- Schuster, C., Hilfiker, R., Amft, O., Scheidhauer, A., Andrews, B., Butler, J., ... Ettl, T. (2011). Best practice for motor imagery: a systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC medicine*, 9(1), 75.
- Schuster, C., Lussi, A., Wirth, B., & Ettl, T. (2012). Two assessments to evaluate imagery ability: translation, test-retest reliability and concurrent validity of the German KVIQ and Imaprax. *BMC medical research methodology*, 12(1), 127.
- Spreitler, F. (2013). *Ist individuelle Klettertherapie bei Patienten mit multiple Sklerose eine mögliche Therapieform zur Verbesserung der posturalen Stabilität, des Sturzrisikos und der Sturzangst? Master Thesis zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science (MSc)“*. Donau-Universität Krems, Chur.
- Taube, W., Lorch, M., Zeiter, S., & Keller, M. (2014). Non-physical practice improves task performance in an unstable, perturbed environment: motor imagery and observational balance training. *Frontiers in human neuroscience*, 8.
- Taube, W., Mouthon, M., Leukel, C., Hoogewoud, H.-M., Annoni, J.-M., & Keller, M. (2015). Brain activity during observation and motor imagery of different balance tasks: An fMRI study. *Cortex*, 64, 102-114.
- Terrier, P., & Reynard, F. (2015). Effect of age on the variability and stability of gait: a cross-sectional treadmill study in healthy individuals between 20 and 69 years of age. *Gait & posture*, 41(1), 170-174.
- Thabane, L., Ma, J., Chu, R., Cheng, J., Ismail, A., Rios, L. P., ... Goldsmith, C. H. (2010). A tutorial on pilot studies: the what, why and how. *BMC medical research methodology*, 10(1), 1.
- The Cochrane Collaboration. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Repéré à <http://handbook.cochrane.org/>
- Vaillant, J. (2004). *Kinésithérapie et amélioration du contrôle de l'équilibre du sujet âgé: effets de traitements cognitifs, manuels et instrumentaux*. Université Joseph-Fourier-Grenoble I.
- van Schooten, K. S., Rispens, S. M., Pijnappels, M., Daffertshofer, A., & van Dieen, J. H. (2013). Assessing gait stability: the influence of state space reconstruction on inter-and intra-day reliability of local dynamic stability during over-ground walking. *Journal of biomechanics*, 46(1), 137-141.
- Voisin, J. I., Mercier, C., Jackson, P. L., Richards, C. L., & Malouin, F. (2011). Is somatosensory excitability more affected by the perspective or modality content of motor imagery? *Neuroscience letters*, 493(1), 33-37.
- Woollacott, M. H., & Tang, P.-F. (1997). Balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Physical therapy*, 77(6), 646-660.

- Yágüez, L., Canavan, A. G., Lange, H. W., & Hömberg, V. (1999). Motor learning by imagery is differentially affected in Parkinson's and Huntington's diseases. *Behavioural brain research*, 102(1), 115-127.
- Yágüez, L., Nagel, D., Hoffman, H., Canavan, A. G. M., Wist, E., & Hömberg, V. (1998). A mental route to motor learning: improving trajectorial kinematics through imagery training. *Behavioural brain research*, 90(1), 95-106.
- Yakhdani, H. R. F., Bafghi, H. A., Meijer, O. G., Bruijn, S. M., van den Dikkenberg, N., Stibbe, A. B., ... van Dieën, J. H. (2010). Stability and variability of knee kinematics during gait in knee osteoarthritis before and after replacement surgery. *Clinical biomechanics*, 25(3), 230-236.
- Zimmermann-Schlatter, A., Schuster, C., Puhan, M. A., Siekierka, E., & Steurer, J. (2008). Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 5, 8.

## 7. Listes des tableaux

Tableau 1: Les réactions d'équilibre .....	5
Tableau 2: Descriptif de base .....	17
Tableau 3: Faisabilité des coûts .....	21
Tableau 4: Échéancier sur l'année .....	21
Tableau 5: Temps pour une session de tests .....	21
Tableau 6: Résultats de l'efficacité .....	22
Tableau 7: Pistes d'amélioration des exercices.....	27

## 8. Listes des figures

Figure 1: Organigramme de l'étude .....	13
Figure 2: Les quatre étapes du traitement des données du test de marche.....	16
Figure 3: Organigramme détaillé de l'étude .....	18
Figure 4: Faisabilité méthodologique.....	19
Figure 5: Compliance .....	20
Figure 6: Organigramme de l'étude avec période de wash-out .....	29

## 9. Annexes

### *[I] Instructions écrites et exercices d'IM*



### **Übungen für mentales Training**

Wir danken Ihnen nochmals ganz herzlich für Ihre Teilnahme an dieser Studie.

Sie werden die Übungen drei Mal pro Woche ausführen. Jede Übung findet gedanklich an einem anderen Ort statt (z.B. im Wald, im Zug, etc.). Diese sechs Orte bleiben während den drei Wochen dieselben, jedoch ändern sich die Übungen alle Wochen. Bitte führen Sie jede Übung zweimal durch. Setzen Sie sich bequem und an einem ruhigen Ort hin, damit Sie sich gut konzentrieren können. Halten Sie Ihre Augen während den Übungen wenn möglich geschlossen.

Dauer einer Übung: 40 Sekunden  
Pause: 20 Sekunden  
Stoppen Sie die Zeit mit der Eieruhr.

Vor Beginn der Übungen:

Konzentrieren Sie sich einen Moment auf sich selber, bevor Sie mit den Übungen beginnen. Spüren Sie, wie Sie sitzen. Spüren Sie den Kontakt, den Ihre Füße zum Boden haben. Spüren Sie, wie die Kleidung Ihre Haut berührt und wie warm oder kalt Sie haben. Spüren Sie, wie entspannt oder gespannt Ihre Muskeln sind.

Falls während der Studie irgendwelche Fragen oder Probleme auftauchen, dürfen Sie sich jederzeit sehr gerne an uns wenden.

Saskia Grossenbacher  
[saskia.grossenbacher@students.hevs.ch](mailto:saskia.grossenbacher@students.hevs.ch)  
Tel. 079 373 39 96

## 1. Woche

### Übung 1: Gehsteig

Stellen Sie sich vor, dass Sie auf dem Gehsteig gehen, auf dem sich ausser Ihnen niemand befindet. Sie schauen geradeaus und gehen aufrecht. Dabei konzentrieren Sie sich auf ihre Füsse. Sie spüren, wie zuerst die Ferse den Boden berührt, danach der Rest der Fusssohle, und zum Schluss die Zehen. Sie konzentrieren sich weiterhin auf das Abrollen Ihrer Füsse, während Sie nach vorne schauen.

### Übung 2: Zug

Stellen Sie sich vor, dass Sie durch einen fahrenden Zug gehen. Da der Zug viele ruckartige Bewegungen macht, ist es schwierig, das Gleichgewicht zu behalten.

### Übung 3: Hängebrücke

Stellen Sie sich vor, dass Sie über eine Hängebrücke gehen. Da Sie noch sehr wackelig auf der Brücke stehen, halten Sie sich am Geländer fest. Vorsichtig setzen Sie einen Fuss vor den anderen, bis Sie am Ende angelangt sind.

### Übung 4: Eis

Stellen Sie sich vor, dass Sie auf einer Eisfläche gehen. Während den ersten Schritten rutschen Sie oft aus. Je länger Sie jedoch gehen, desto sicherer werde Sie, sodass Sie am Schluss gar nicht mehr ausrutschen.

### Übung 5: Sand

Stellen Sie sich vor, dass Sie über weichen Sand gehen und immer wieder von Windböen fast umgeweht werden. Versuchen Sie dem Wind zu trotzen und so stabil wie möglich über den Sand zu gehen.

### Übung 6: Wald

Stellen Sie sich vor, dass Sie durch den Wald spazieren. Auf dem Weg befinden sich Wurzeln und Steine. Gestern hat es geregnet, das Boden ist noch weich.



## 2. Woche

### Übung 1: Gehsteig

Stellen Sie sich vor, dass Sie mit ihren zwei Hunden auf dem Gehsteig spazieren. Letztere gehen vor ihnen und spielen zusammen, so dass sie Ihnen dauernd den Weg abschneiden und Sie ausweichen müssen.

### Übung 2: Zug

Stellen Sie sich vor, dass Sie durch einen fahrenden Zug gehen. Es ist Stosszeit und der Zug ist voller Leute, welche ihre Gepäckstücke im Gang abgestellt haben, da sonst nirgendwo Platz dafür ist. Sie müssen also ständig über Gepäckstücke steigen und Leuten ausweichen.

### Übung 3: Hängebrücke

Stellen Sie sich vor, dass Sie über eine Hängebrücke gehen. Damit es Ihnen ein bisschen mehr Spass macht, versuchen Sie sich nicht festzuhalten.

### Übung 4: Eis

Stellen Sie sich vor, dass Sie sich auf einem gefrorenen See befinden. Da es die letzten Tage stark gestürmt hat, befinden sich viele Äste, Wurzeln und Blätter darauf. Sie steigen darüber, ohne auszurutschen. Dabei müssen Sie die Knie zum Teil hoch anheben, sowie auch grosse Schritte machen, da die Äste ziemlich gross sind.

### Übung 5: Sand

Stellen Sie sich vor, dass Sie über weichen, angenehm warmen Sand gehen. Dabei sinken Ihre Füsse immer wieder ein und Sie benötigen viel Kraft, um vorwärts zu kommen. Jedoch geben Sie nicht auf und kämpfen sich weiter, denn Ihr Ziel ist es, möglichst schnell zu rennen.

### Übung 6: Wald

Stellen Sie sich vor, dass Sie auf Ihrem Waldspaziergang einen Baumstamm entdecken, der auf dem Weg liegt. Sie entscheiden sich, darüber zu balancieren. Da der Stamm sehr schmal ist, erfordert dies sehr viel Gleichgewicht.

### 3. Woche

#### Übung 1: Gehsteig

Stellen Sie sich vor, dass Sie auf dem Gehsteig Richtung Einkaufsgeschäft gehen. Auf einmal schießt ein Hund von der Seite auf den Gehsteig und rennt Sie beinahe um. Sie können dies noch knapp verhindern, indem Sie schnell genug ausweichen. Kaum haben Sie diesen Schock verdaut, fährt ein Auto rückwärts aus dem Parkplatz auf den Gehsteig, wo Sie sich gerade befinden. Der Fahrer sieht Sie nicht, so dass Sie sich schnell in Sicherheit bringen müssen.

#### Übung 2: Zug

Stellen Sie sich vor, dass Sie in einer alten Zahnradbahn stehen, welche den Berg hinauffährt. Es holpert kräftig und Sie werden immer wieder durchgeschüttelt. Da Sie alleine im Abteil sind, versuchen Sie, einige Schritte zu gehen.

#### Übung 3: Hängebrücke

Stellen Sie sich vor, dass Sie sich nun bereits sehr sicher auf der Hängebrücke fühlen. Deshalb gehen Sie rückwärts darüber.

#### Übung 4: Eis

Sie entscheiden sich, seitwärts über das Eis zu gehen, da dies ein bisschen mehr Spass macht. Anfangs ist dies noch sehr schwierig, mit der Zeit gelingt es Ihnen jedoch immer wie besser. Etwa in der Hälfte drehen Sie sich, so dass Sie nun mit der anderen Seite vorausgehen.

#### Übung 5: Sand

Stellen Sie sich vor, dass Sie am Meer durch den nassen Sand waten. Dabei werden Ihre Füße immer wieder vom Meerwasser umspült, was Ihnen das Gehen erschwert.

#### Übung 6: Wald

Stellen Sie sich vor, dass Sie bei Ihrem Waldspaziergang zu einem Bach kommen, welchen Sie überqueren möchten. Dazu springen Sie von einem Stein zum anderen, bis Sie das andere Ufer erreichen.

## **[II] Document de collecte des données avec les trois sessions de tests et le questionnaire final**

Machbarkeit einer Studie zur Evaluation einer Bewegungsvorstellungs-Intervention zur Verbesserung der Gangstabilität.  
Eine Cross-Over Machbarkeitsstudie  
Datenerhebungsbogen

Version 2 vom Montag, 18. Januar 2016

Code Studienteilnehmer: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ /

1.) Geburtsdatum (Beispiel: 18.06.1970)

Geburtsdatum: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ /

2.) Geschlecht (Format M / F)

Geschlecht: \_\_\_ codiert: M = 0, F = 1

3.) Krankheiten, die einen Einfluss auf die Gehfähigkeit haben könnten:

Diagnose 1: \_\_\_\_\_

Diagnose 2: \_\_\_\_\_

Diagnose 3: \_\_\_\_\_

Diagnose 4: \_\_\_\_\_

Diagnose 5: \_\_\_\_\_

Machbarkeit einer Studie zur Evaluation einer Bewegungsvorstellungs-Intervention zur Verbesserung der Gangstabilität.  
Eine Cross-Over Machbarkeitsstudie  
Datenerhebungsbogen

Version 2 vom Montag, 18. Januar 2016

## TEST 1

1.) Timed-up and go Test in Sekunden (Beispiel: 12.4)

Sekunden: \_\_\_

2.) Imagined Timed-up and go Test in Sekunden (Beispiel: 12.4)

Sekunden: \_\_\_

3.) Differenz time-up and go – imagined timed up and go

Sekunden: \_\_\_ (wird im Computer neu berechnet)

4.) Startzeit 1. 30 Meter Gehetest in normalem Tempo. Format: H/H:M/M/S/S; Beispiel 13:13:30

Uhrzeit : \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ /

Zeit in Sekunden für 30 Meter: \_\_\_

Daten von Beschleunigungsmesser mit ID in Computer eingelesen?

Ja

Gibt es schwerwiegende unerwünschte Ereignisse. Falls ja müssen diese Dokumentiert werden und der Ethikkommission gemeldet werden. Beispiele: Sturz, Schwächeanfall, Gelenksverstauchung, etc.

Ereignis:

Kontakterter Arzt:

Weiteres Vorgehen:

## TEST 2

- 1.) Timed-up and go Test in Sekunden (Beispiel: 12.4)

Sekunden: \_\_ \_\_

- 2.) Imagined Timed-up and go Test in Sekunden (Beispiel: 12.4)

Sekunden: \_\_ \_\_

- 3.) Differenz time-up and go – imagined timed up and go

Sekunden: \_\_ \_\_ (wird im Computer neu berechnet)

- 4.) Startzeit 1. 30 Meter Gehtest in normalem Tempo. Format: H/H:M/M/S/S; Beispiel 13:13:30

Uhrzeit : \_\_ \_\_ / \_\_ \_\_ / \_\_ \_\_ /

Zeit in Sekunden für 30 Meter: \_\_ \_\_

Daten von Beschleunigungsmesser mit ID in Computer eingelesen?

Ja

Gibt es schwerwiegende unerwünschte Ereignisse. Falls ja müssen diese Dokumentiert werden und der Ethikkommission gemeldet werden. Beispiele: Sturz, Schwächeanfall, Gelenksverstauchung, etc.

Ereignis:

Kontaktierter Arzt:

Weiteres Vorgehen:

## TEST 3

- 1.) Timed-up and go Test in Sekunden (Beispiel: 12.4)

Sekunden: \_\_ \_\_

- 2.) Imagined Timed-up and go Test in Sekunden (Beispiel: 12.4)

Sekunden: \_\_ \_\_

- 3.) Differenz time-up and go – imagined timed up and go

Sekunden: \_\_ \_\_ (wird im Computer neu berechnet)

- 4.) Startzeit 1. 30 Meter Gehtest in normalem Tempo. Format: H/H:M/M/S/S; Beispiel 13:13:30

Uhrzeit : \_\_ \_\_ / \_\_ \_\_ / \_\_ \_\_ /

Zeit in Sekunden für 30 Meter: \_\_ \_\_

Daten von Beschleunigungsmesser mit ID in Computer eingelesen?

Ja

Gibt es schwerwiegende unerwünschte Ereignisse. Falls ja müssen diese Dokumentiert werden und der Ethikkommission gemeldet werden. Beispiele: Sturz, Schwächeanfall, Gelenksverstauchung, etc.

Ereignis:

Kontaktierter Arzt:

Weiteres Vorgehen:

## SCHLUSSBEFRAGUNG:

### Verständlichkeit der Instruktion:

Waren die Instruktionen zu den Übungen der Bewegungsvorstellung genügend verständlich, so dass Sie sie selbständig zu Hause durchführen konnten?

- Ja  
 Nein

War die gesamte Prozedur der Studie akzeptierbar? In anderen Worten: Würden Sie wieder an dieser Studie teilnehmen?

- Ja  
 Nein

Wurde die Studie zu Ende geführt, das heisst alle drei Testtage besucht und mindestens einen Teil der Übungen zu Hause durchgeführt?

- Ja  
 Nein

### Variable für Machbarkeit:

- Machbar, falls alle drei vorherigen Fragen mit Ja beantwortet.  
 Nein, falls eine der drei vorherigen Fragen mit Nein beantwortet.

Ort, Datum und Unterschrift für die Bestätigung, dass die Daten komplett sind.

Ort                      Datum                      Vorname, Name und Unterschrift

\_\_\_\_\_

## [III] Informations aux participants et consentement éclairé

### Studieninformation und schriftliche Einverständniserklärung

Inhaltsverzeichnis		Seite x von x
1	Auswahl der Personen, die an der Studie teilnehmen können	1 von 5
2	Ziele der Studie	1 von 5
3	Allgemeine Informationen zur Studie	2 von 5
4	Ablauf für die Teilnehmenden (Abbruch der Studie durch die Forschenden)	2 von 5
5	Rechte der Teilnehmenden	3 von 5
6	Pflichten der Teilnehmenden	3 von 5
7	Nutzen für die Teilnehmenden	3 von 5
8	Risiken und Belastungen für die Teilnehmenden	3 von 5
9	Ergebnisse	3 von 5
10	Vertraulichkeit der Daten	3 von 5
11	Weitere Verwendung von Material und Daten	4 von 5
12	Entschädigung für Teilnehmende	4 von 5
13	Finanzierung der Studie	4 von 5
14	Kontaktperson(en)	4 von 5

#### Titel der Studie

Kurztitel: Training des Gleichgewichts während des Gehens durch Bewegungsvorstellung.

Vollständiger Titel: Machbarkeit einer Studie zur Evaluation einer Bewegungsvorstellungs-Intervention zur Verbesserung der Gangstabilität. Eine Cross-Over Machbarkeitsstudie

Die Studie wird durchgeführt von der Hochschule für Gesundheit der HES-SO Valais-Wallis, Studiengang Physiotherapie, Standort Leukerbad.

#### Sehr geehrte Dame, sehr geehrter Herr

Wir sind Tania Fournier und Saskia Grossenbacher, Studentinnen der Fachhochschule für Physiotherapie HES-SO in Leukerbad und Verantwortliche für diese Studie. Im Rahmen unserer Abschlussarbeit (Bachelor of Science in Physiotherapie) führen wir eine Studie durch, in der wir untersuchen wollen, ob das Vorstellen von Bewegungen zu einer verbesserten Gangstabilität führt. Die Gangstabilität, auch Gleichgewicht während des Gehens genannt, ist wichtig, um nicht zu stürzen.

#### 1. Auswahl der Personen, die an der Studie teilnehmen können

Es können alle Personen teilnehmen, die 40 Jahre oder älter sind und selbständig etwa 100 Meter gehen können (mit oder ohne Hilfsmittel) sowie Interesse daran haben, ihr Gleichgewicht zu verbessern und das Bewegungsvorstellungs-Training kennen zu lernen.

#### 2. Ziele der Studie

Unser Ziel ist es, herauszufinden, ob Bewegungsvorstellungs-Training das Gleichgewicht während des Gehens verbessert und somit auch in der Physiotherapie eingesetzt werden kann.

#### 3. Allgemeine Informationen zur Studie

- Bewegungsvorstellungs-Training umfasst eine Vielzahl von Methoden, die bestimmte Fähigkeiten fördern oder verbessern sollen. Dabei handelt es sich immer um reine Gedankenvorstellungen; der Teilnehmer stellt sich bestimmte Bewegungen vor, ohne sie auszuführen. In der Physiotherapie wird dieses mentale Training vor allem im Sport und in der Neurologie eingesetzt, um Bewegungen wieder zu erlernen oder zu verbessern. Wir möchten



nun mit dieser Studie erforschen, ob auch das Gleichgewicht während des Gehens durch mentales Training verbessert werden kann. Durchgeführt wird die Studie in Leukerbad.

- Studiendesign: Wir werden alle Teilnehmenden in zwei Gruppen einteilen. Eine Gruppe wird während den ersten drei Wochen das mentale Training durchführen und die drei folgenden Wochen kein Training durchführen. Die andere Gruppe wird genau das Gegenteil machen. So wird das Resultat aussagekräftiger.
- Die Studie dauert insgesamt sechs Wochen. Eingeschlossen werden 32 Personen.
- Wir führen diese Studie so durch, wie es die Gesetze in der Schweiz vorschreiben. Ausserdem beachten wir alle international anerkannten Richtlinien. Die zuständige kantonale Ethikkommission hat die Studie geprüft und bewilligt.

#### 4. Ablauf für die Teilnehmenden

- Sie werden dreimal zu je drei kurzen Tests sowie einmal zum Erlernen des Bewegungsvorstellungs-Trainings bei uns erscheinen müssen. Ansonsten werden Sie während drei Wochen drei Mal wöchentlich das Bewegungsvorstellungs-Training selbständig zu Hause durchführen.
- Ergebnisse werden voraussichtlich Ende April vorliegen.
- Die Tests finden alle im Gang der ehemaligen Neurologie-Klinik in Leukerbad statt und dauern maximal 15 Minuten. Die Instruktion findet direkt nach dem ersten, respektive zweiten Test statt.
- Genauer Ablauf der Studie: Wir werden Sie in zwei Gruppen einteilen. Beide Gruppen werden zu Beginn einen kurzen Fragebogen (Geburtsdatum, Geschlecht, bekannte Krankheiten, die das Gehen beeinflussen könnten) ausfüllen sowie drei verschiedene Tests durchführen:

1) Sie werden auf einem Stuhl sitzen, auf ein Signal aufstehen und in ihrem normalen Geh-Tempo drei Meter gehen, sich umdrehen und wieder zum Stuhl zurückgehen und absitzen. Wir werden die Zeit stoppen, die Sie für diesen Test brauchen.

2.) Beim zweiten Test sitzen Sie auf einem Stuhl und Sie werden den gleichen Test wie zuvor in Gedanken absolvieren. Sie stellen sich vor, wie Sie vom Stuhl aufstehen, die drei Meter gehen, sich umdrehen und wieder zum Stuhl zurückgehen und absitzen. Sie sagen uns wann Sie starten und wann Sie wieder abgesessen sind. Wir stoppen die Zeit, die Sie für diesen Gedankengang brauchen.

3) Beim dritten Test werden Sie sechs Mal eine Strecke von 30 Meter in ihrem normalen Tempo zurücklegen. Dazu werden Sie ein kleines, 19 Gramm leichtes Gerät am Rücken tragen, welches Ihr Gleichgewicht messen wird. Der ersten Gruppe werden wir anschliessend das mentale Training instruieren, welches diese Teilnehmer die drei folgenden Wochen drei Mal wöchentlich selbständig durchführen wird. Die zweite Gruppe führt während diesen drei Wochen kein Training durch. Nach diesen drei Wochen führen beide Gruppen die gleichen Tests wie zu Beginn durch. Somit können wir vergleichen, ob sich das Gleichgewicht der ersten Gruppe mehr verbessert hat als das der zweiten. Danach wechseln die beiden Gruppen: Gruppe A führt während drei Wochen kein Training durch, während Gruppe B das mentale Training nach denselben Vorgaben durchführt wie zuvor die erste Gruppe. Nach drei weiteren Wochen werden die gleichen Tests das dritte und letzte Mal durchgeführt. Anschliessend werden wir die Daten auswerten, um festzustellen, ob Ihr Gleichgewicht während des Gehens durch das mentale Training verbessert wurde.

#### **5. Rechte der Teilnehmenden**

Sie nehmen nur dann an dieser Studie teil, wenn Sie es wollen. Niemand darf Sie dazu in irgendeiner Weise drängen oder dazu überreden. Sie müssen nicht begründen, warum Sie nicht mitmachen wollen. Wenn Sie sich entscheiden mitzumachen, können Sie diesen Entscheid jederzeit zurücknehmen. Sie müssen ebenfalls nicht begründen, wenn Sie aus der Studie aussteigen wollen.

Sie dürfen jederzeit alle Fragen zur Studie stellen. Wenden Sie sich dazu bitte an die Person, die am Ende dieser Studieninformation genannt ist.

#### **6. Pflichten der Teilnehmenden**

Wenn Sie bei der Studie mitmachen, müssen Sie bestimmte Regeln beachten. Dies ist notwendig für Ihre Sicherheit und Gesundheit. Wir werden Sie dabei so gut wir können unterstützen. Als Studienteilnehmende/r sind Sie verpflichtet, den Anweisungen der Studienleitung zu folgen und sich an den Studienplan zu halten.

#### **7. Nutzen für die Teilnehmenden**

Ihr persönlicher Nutzen wird sein, dass Sie einen Einblick in das mentale Training erhalten, welches in sehr vielen verschiedenen Gebieten angewendet werden kann. Im besten Fall wird auch Ihr Gleichgewicht verbessert. Ausserdem leisten Sie einen Beitrag zur Forschung in der Physiotherapie; durch diese Studie erhoffen wir uns herauszufinden, ob es Sinn macht, mentales Training zur Verbesserung des dynamischen Gleichgewichts in der Therapie einzusetzen.

#### **8. Risiken und Belastungen für die Teilnehmenden**

Es gibt keine studienspezifischen Risiken. Sie werden während den Tests in ihrem normalen, gewohnten Geh-Tempo gehen, genauso wie Sie es im Alltag auch tun. Die Gehstest finden in einer Halle mit rutschfestem Boden mit guter Beleuchtung statt. Sie können ihre gewohnten Kleider und Schuhe anbehalten. Da während den Bewegungsvorstellungs-Übungen keine wirklichen Bewegungen durchgeführt werden, besteht auch da kein Verletzungsrisiko.

#### **9. Ergebnisse aus der Studie**

Die Studienleitung wird Sie während der Studie über alle neuen Erkenntnisse informieren, die den Nutzen der Studie oder Ihre Sicherheit und somit Ihr Einwilligung zur Teilnahme an der Studie beeinflussen können. Sie werden die Information mündlich und schriftlich erhalten.

#### **10. Vertraulichkeit der Daten und Proben**

Wir werden für diese Studie Ihre persönlichen und medizinischen Daten erfassen. Diese Daten werden wir verschlüsseln. Verschlüsselung bedeutet, dass alle Angaben, die Sie identifizieren könnten (z.B. Name, Geburtsdatum usw.), durch einen Code (Schlüssel) ersetzt werden, so dass für Personen, die den Code nicht kennen, keine Rückschlüsse auf Ihre Person mehr möglich sind. Innerhalb der Fachhochschule können die Daten und Proben durch berechnete und klar bezeichnete Personen (Studienleitung) auch ohne Verschlüsselung eingesehen werden. Der Schlüssel bleibt immer in der Fachhochschule.

Es kann sein, dass die Studie während des Ablaufs überprüft wird. Dies können die Behörden tun, die sie vorab kontrolliert und bewilligt haben. Auch diejenige Institution, die die Studie veranlasst, kann den Ablauf überprüfen lassen. Sie alle sorgen dafür, dass die Regeln eingehalten werden und Ihre Sicherheit nicht gefährdet wird. Dazu muss der Leiter der Studie eventuell Ihre persönlichen und medizinischen Daten für solche Kontrollen offenlegen. Ebenso kann es sein, dass im Fall eines Schadens ein Vertreter der Versicherung Ihre Daten ansehen muss. Das darf dann aber nur die Daten betreffen, die unbedingt gebraucht werden, um den Schadensfall zu erledigen. Alle Personen, die mit der Studie in irgendeiner Weise zu tun haben, müssen absolute Vertraulichkeit wahren. Wir werden Ihren Namen nirgends, in keinem Bericht, keiner Publikation, nicht gedruckt und nicht im Internet, veröffentlichen.

Verantwortlich für die Einhaltung der nationalen und internationalen Richtlinien zum Datenschutz ist die Hochschule für Gesundheit, vertreten durch Roger Hilfiker.

**11. Weiterer Umgang mit Daten und Proben**

- a) Bei vorzeitigem Rücktritt von der Studie:  
 Sie können jederzeit aus der Studie aussteigen, wenn Sie dies wünschen. Die Daten, die wir bis dahin erhoben haben, werden wir nur auswerten, wenn Sie damit einverstanden sind. Danach werden wir Ihre Daten und Ihre Proben anonymisieren, d.h. wir werden endgültig Ihren Namen darauf löschen. Niemand wird danach mehr erfahren können, dass die Daten und Proben von Ihnen stammten.

**12. Entschädigung für Teilnehmende**

Wenn Sie bei dieser Studie mitmachen, bekommen Sie dafür keine Entschädigung.

**13. Finanzierung der Studie**

Die Studie wird von der Hochschule für Gesundheit der HES-SO finanziert.

**14. Kontaktperson(en)**

Bei allen Unklarheiten, Befürchtungen oder Notfällen, die während der Studie oder danach auftreten, können Sie sich jederzeit an eine dieser Kontaktpersonen wenden.

Leiter der Studie:  
 Roger Hilfiker  
 Rathausstrasse 8  
 3954 Leukerbad  
 079 688 34 90

Mitarbeiter:  
 Saskia Grossenbacher  
 Rathausstrasse 8  
 3954 Leukerbad  
 079 373 39 96

Tania Fournier  
 Rathausstrasse 8  
 3954 Leukerbad

*Einwilligungserklärung:*

**Schriftliche Einwilligungserklärung zur Teilnahme an einer Studie**

- Bitte lesen Sie dieses Formular sorgfältig durch.
- Bitte fragen Sie, wenn Sie etwas nicht verstehen oder wissen möchten.

<b>Nummer der Studie:</b> (bei der zuständigen Ethikkommission)	
<b>Titel der Studie:</b>	Machbarkeit einer Studie zur Evaluation einer Bewegungsvorstellungs-Intervention zur Verbesserung der Gangstabilität. Eine Cross-Over Machbarkeitsstudie
<b>verantwortliche Institution (Sponsor)</b> (vollständige Adresse):	

<b>Ort der Durchführung:</b>	
<b>Leiter / Leiterin der Studie am Studienort</b> Name und Vorname in Druckbuchstaben:	
<b>Teilnehmerin/Teilnehmer</b> Name und Vorname in Druckbuchstaben: Geburtsdatum:	<input type="checkbox"/> weiblich <input type="checkbox"/> männlich

- Ich wurde von der unterzeichnenden Prüfperson mündlich und schriftlich über den Zweck, den Ablauf der Studie und über die zu erwartenden Wirkungen, über mögliche Vor- und Nachteile sowie über eventuelle Risiken informiert.
- Meine Fragen im Zusammenhang mit der Teilnahme an dieser Studie sind mir zufriedenstellend beantwortet worden. Ich kann die schriftliche Studieninformation vom Datum/Version (zwei Teile) behalten und erhalte eine Kopie meiner schriftlichen Einwilligungserklärung. Ich akzeptiere den Inhalt der zur oben genannten Studie abgegebenen schriftlichen Studieninformation.
- Ich nehme an dieser Studie freiwillig teil. Ich kann jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Zustimmung zur Teilnahme widerrufen, ohne dass ich deswegen Nachteile bei der weiteren medizinischen Betreuung erleide.
- Ich hatte genügend Zeit, meine Entscheidung zu treffen.
- Ich weiss, dass meine persönlichen Daten nur in verschlüsselter Form zu Forschungszwecken/ für dieses Forschungsprojekt weitergegeben werden können. Ich bin einverstanden, dass die zuständigen Fachleute des Auftraggebers der Studie, der Behörden und der für diese Studie zuständigen Ethikkommission zu Prüf- und Kontrollzwecken in meine Originaldaten Einsicht nehmen dürfen, jedoch unter strikter Einhaltung der Vertraulichkeit.
- Ich bin mir bewusst, dass die in der Teilnehmerinformation genannten Pflichten während der Studie einzuhalten sind. Im Interesse meiner Gesundheit kann mich der Leiter / die Leiterin jederzeit von der Studie ausschliessen.

Ort, Datum	Unterschrift Studienteilnehmerin/Studienteilnehmer

**Bestätigung der Studierenden:** Hiermit bestätige ich, dass ich dieser Teilnehmerin/diesem Teilnehmer Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie erläutert habe. Ich versichere, alle im Zusammenhang mit dieser Studie stehenden Verpflichtungen gemäss dem geltenden Recht zu erfüllen. Sollte ich zu irgendeinem Zeitpunkt während der Durchführung der Studie von Aspekten erfahren, welche die Bereitschaft der Teilnehmerin/des Teilnehmers zur Teilnahme an der Studie beeinflussen könnten, werde ich sie/ihn umgehend darüber informieren.

Ort, Datum	Name und Vorname der informierenden Prüfperson in Druckbuchstaben
	Unterschrift einer Studierenden