



**ISAVE - Instituto Superior de Saúde
Licenciatura de Fisioterapia
Ano Letivo 2024/2025**

Unidade Curricular Investigação Aplicada à Fisioterapia

Est-il possible de limiter le degré de Valgus Dynamique à partir d'un renforcement des abducteurs de hanches ?

*Glenn COLOBERT
Théo GIRARDIE
Morgan MEURISSE
Julien GIRIER*

Estudante de Fisioterapia
ISAVE- Instituto Superior de Saúde

Andrea RIBEIRO , PhD(encadrant)
ISAVE- Instituto Superior de Saúde
andrea.ribeiro@isave.pt

Amares, junho de 2025

Remerciements

Nous souhaitons tout d'abord exprimer notre profonde gratitude à notre directrice de mémoire Mme Andrea RIBEIRO, pour son accompagnement attentif, ses conseils avisés et sa bienveillance tout au long de ce travail. Son expertise et sa disponibilité ont été précieuses à chaque étape de ce projet.

Nous remercions également l'ensemble du corps enseignant de ISAVE pour la qualité des enseignements dispensés, ainsi que pour les compétences et la rigueur méthodologique transmises depuis le début de notre formation.

Nous adressons aussi nos remerciements aux participants qui ont contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de cette étude. Leur collaboration nous a été précieuse. Nous tenons également à saluer nos camarades de promotion pour leur soutien, leurs échanges enrichissants et l'esprit d'entraide partagé depuis le début de notre parcours.

Enfin, nous remercions nos familles et nos proches pour leur soutien constant, leur patience et leurs encouragements, qui nous accompagnent au quotidien dans la poursuite de nos études.

Sommaire

I- Résumé.....	4
<i>Français</i>	4
<i>Resumo</i>	5
<i>Abstract</i>	6
II- Introduction.....	7
III- Matériaux et méthodes.....	8
<i>Dessin de recherche</i>	9
<i>Population cible / Échantillon</i>	9
<i>Instruments de collecte de données</i>	10
IV- Résultats.....	11
V- Discussion.....	13
VI- Conclusion.....	15
VII- Références bibliographiques.....	16
VIII- Tableaux.....	19
IX- Figures/diagramme.....	20
X- Annexes.....	21

I- Résumé

Français

Introduction : Le valgus dynamique du genou est un facteur de risque reconnu des lésions du ligament croisé antérieur (LCA), notamment chez les jeunes adultes physiquement actifs. Cette étude explore l'effet d'un programme de renforcement ciblé des abducteurs de hanche sur la réduction du valgus dynamique, dans une optique de prévention.

Méthodologie : Il s'agit d'un essai contrôlé randomisé impliquant 30 étudiants de ISAVE (Instituto Superior de Saúde), âgés de 18 à 30 ans, répartis en deux groupes : un groupe expérimental ayant suivi un programme de renforcement des abducteurs sur quatre semaines, et un groupe témoin sans intervention.

Les mesures ont porté sur le valgus dynamique, évalué par analyse vidéo lors d'une réception de saut unipodal, la force des abducteurs de hanche, et la périmétrie des hanches. Ces données ont été recueillies avant et après l'intervention.

Résultats : Les résultats ont montré une amélioration significative de la force des abducteurs et du contrôle pelvien dans le groupe expérimental, sans changement notable dans le groupe témoin. En revanche, aucune diminution significative du valgus dynamique n'a été observée.

Conclusion : Ces résultats suggèrent que le renforcement des abducteurs semble améliorer la stabilité latérale du bassin, mais n'est pas suffisant à lui seul pour modifier le valgus dynamique à court terme.

Mots clés : _Valgus dynamique, _Ligament croisé antérieur, _Abducteurs de hanche, _Prévention des blessures, _Renforcement musculaire

Resumo

Introdução : O valgo dinâmico do joelho é um fator de risco reconhecido para lesões do ligamento cruzado anterior (LCA), particularmente em jovens adultos fisicamente ativos. Este estudo explora o efeito de um programa de fortalecimento específico dos abdutores da anca na redução do valgo dinâmico, com vista à sua prevenção.

Metodologia : Trata-se de um ensaio clínico randomizado e controlado que envolveu 30 alunos do ISAVE (Instituto Superior de Saúde), com idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos, divididos em dois grupos: um grupo experimental que seguiu um programa de fortalecimento dos abdutores durante quatro semanas e um grupo de controlo sem qualquer intervenção.

Foram realizadas medições do valgo dinâmico, avaliado através da análise de vídeo durante a aterragem de um salto unipodal, da força dos abdutores da anca e da perimetria da anca. Estes dados foram recolhidos antes e depois da operação.

Resultados : Os resultados mostraram uma melhoria significativa da força abductora e do controlo pélvico no grupo experimental, sem alterações significativas no grupo de controlo. No entanto, não se registou uma redução significativa do valgo dinâmico.

Conclusão : Estes resultados sugerem que o fortalecimento dos abdutores parece melhorar a estabilidade lateral da pélvis, mas não é suficiente por si só para modificar o valgo dinâmico a curto prazo. Outras abordagens complementares deverão ser consideradas para uma prevenção mais completa das lesões do LCA.

Palavras-chave: Valgo dinâmico, Ligamento cruzado anterior, Abdutores da anca, Prevenção de lesões, Reforço muscular

Abstract

Introduction: Dynamic knee valgus is a recognized risk factor for anterior cruciate ligament (ACL) injury, particularly in physically active young adults. This study explores the effect of a targeted hip abductor strengthening program on the reduction of dynamic valgus, with a view to prevention.

Methodology: This was a randomized controlled trial involving 30 students from ISAVE (Instituto Superior de Saúde), aged between 18 and 30, divided into two groups: an experimental group that followed a four-week abductor strengthening program, and a control group with no intervention.

Measurements were made of dynamic valgus, assessed by video analysis during a unipodal jump landing, hip abductor strength, and hip perimeter. These data were collected before and after surgery.

Results: The results showed a significant improvement in abductor strength and pelvic control in the experimental group, with no significant change in the control group. However, there was no significant reduction in dynamic valgus.

Conclusion: These results suggest that abductor strengthening appears to improve lateral pelvic stability, but is not sufficient on its own to alter dynamic valgus in the short term.

Keywords: Dynamic valgus, Anterior cruciate ligament, Hip abductors, Injury prevention, Muscle strengthening.

II- Introduction

Les blessures du ligament croisé antérieur (LCA) représentent un enjeu de santé majeur, tant en prévention qu'en rééducation. Très fréquentes chez les jeunes adultes actifs, elles sont redoutées en raison de leurs conséquences fonctionnelles durables : instabilité articulaire, limitations sportives, douleurs chroniques, voire apparition précoce d'arthrose (Lohmander, 2007). Dans notre formation et lors de nos stages, nous avons souvent observé à quel point une rupture du LCA pouvait impacter la qualité de vie et retarder, voire compromettre, le retour au sport. En Europe, plus de 200 000 ruptures du LCA sont recensées chaque année (Montalvo, 2019), ce qui souligne l'importance d'identifier des stratégies de prévention simples et efficaces.

L'un des mécanismes biomécaniques les plus souvent associés aux ruptures du LCA est le valgus dynamique du genou. Il s'agit d'un effondrement du genou vers l'intérieur dans le plan frontal, fréquemment observé lors de réceptions de saut, de changements d'appui ou de décélérations (Hewett, 2005). Ce type de mouvement engendre une forte tension sur le LCA, surtout s'il est combiné à une contraction brusque du quadriceps, qui pousse le tibia vers l'avant (Powers, 2010). Le LCA, qui empêche justement cette translation antérieure du tibia, peut alors être sollicité au-delà de ses capacités mécaniques, ce qui augmente le risque de rupture.

Certaines populations sont particulièrement exposées à ce mécanisme de blessure. Les femmes sportives, par exemple, présentent une incidence de rupture du LCA plus élevée que les hommes (Myer, 2009). Cette différence serait liée à plusieurs facteurs, notamment hormonaux, anatomiques, mais aussi neuromusculaires. En particulier, un déficit de contrôle moteur au niveau de la hanche pourrait favoriser un valgus dynamique excessif. Cette hypothèse a été largement explorée ces dernières années, notamment à travers l'analyse du rôle des muscles abducteurs de hanche, et en particulier du moyen fessier.

Sur le plan biomécanique, le moyen fessier, ainsi que le tenseur du fascia lata jouent un rôle essentiel dans la stabilisation du bassin et le maintien de l'alignement du genou (Distefano, 2009). Lorsqu'ils sont faibles ou mal activés, le bassin peut s'abaisser du côté opposé lors de l'appui unilatéral, phénomène connu sous le nom de signe de Trendelenburg (Hollman, 2009). Ce déséquilibre favorise la mise en valgus du genou, ce qui augmente mécaniquement les contraintes sur le LCA. Plusieurs études ont également montré que les personnes présentant une activation insuffisante ou retardée du moyen fessier affichaient un angle de valgus accru lors de tâches dynamiques (Zazulak, 2007).

Face à ce constat, de nombreux protocoles de prévention ont vu le jour. Le programme FIFA 11+, par exemple, a prouvé son efficacité pour réduire les blessures, notamment grâce à des exercices de proprioception, de gainage et de pliométrie (Silvers-Granelli, 2017). Toutefois, ces protocoles restent généralistes et peu d'entre eux ciblent spécifiquement les abducteurs de hanche. Or, plusieurs auteurs suggèrent que le renforcement ciblé de ces muscles pourrait améliorer le

contrôle du genou dans le plan frontal et contribuer à limiter le valgus dynamique (Petersen, 2014). En tant qu'étudiants en kinésithérapie, cette approche nous semble particulièrement intéressante, car elle est simple à mettre en œuvre, reproductible, et potentiellement transposable en cabinet ou dans un cadre éducatif.

Un autre point à souligner est que la majorité des études actuelles ont été menées sur des sportifs de haut niveau (footballeurs, basketteurs, danseurs...), ce qui rend leur application à des populations non spécialisées plus difficile (Orishimo, 2014). Pourtant, en pratique, nous rencontrons souvent des étudiants, jeunes adultes ou pratiquants occasionnels présentant des déficits de contrôle moteur similaires. Ces profils représentent une population particulièrement pertinente pour tester des protocoles de prévention ciblés, d'autant plus qu'ils n'ont pas toujours accès à un encadrement sportif structuré. Des travaux menés sur des populations hétérogènes permettraient donc de renforcer l'applicabilité clinique de ces approches (Sugimoto, 2015).

En théorie, renforcer les abducteurs de hanche permettrait d'améliorer le contrôle neuromusculaire global du membre inférieur. Une hanche plus stable permet au genou de rester correctement aligné lors de mouvements à haute sollicitation, ce qui limite les contraintes internes sur le LCA (Herman, 2008). Une étude de Khayambashi, et al. (2015), menée chez des joueuses de volleyball, a montré qu'un programme de six semaines de renforcement des abducteurs entraînait une diminution significative du valgus dynamique. Ces résultats, bien qu'encourageants, mériteraient d'être confirmés dans des contextes plus variés.

L'objectif principal de cette étude est de déterminer si un programme de renforcement ciblé des abducteurs de hanche peut réduire le valgus dynamique du genou chez des jeunes adultes non spécialisés. Ce travail s'inscrit dans une démarche de prévention, avec l'ambition de proposer une intervention simple, accessible, et transposable dans un cadre éducatif, clinique ou sportif.

Les hypothèses formulées sont les suivantes :

- Hypothèse 1 : le groupe ayant suivi le programme de renforcement présentera une diminution significative du valgus dynamique par rapport au groupe témoin.
- Hypothèse 2 : cette réduction sera associée à une amélioration de la force des abducteurs de hanche et à une évolution de la circonférence de hanche.

III- Matériaux et méthodes

Dans cette perspective, nous avons choisi d'évaluer l'efficacité d'un protocole de renforcement des abducteurs de hanche auprès de 30 étudiants de ISAVE, âgés de 18 à 30 ans. La population a été répartie aléatoirement en deux groupes égaux : un groupe expérimental, ayant suivi une intervention de quatre semaines, et un groupe témoin sans intervention. Ce choix méthodologique permet de comparer

l'évolution du valgus dynamique et de plusieurs variables biomécaniques au sein d'une population jeune, mais non spécialisée.

Le protocole expérimental reposait sur quatre exercices fonctionnels reconnus dans la littérature pour leur capacité à cibler les abducteurs de hanche et les muscles du tronc :

- le Copenhagen Adduction (Ishøi, 2015),
- le Fire Hydrant (Boren, 2011),
- le gainage latéral dynamique (Selkowitz, 2013),
- et le Hip Thrust (Contreras, 2015).

Les exercices ont été réalisés sous forme de circuits progressifs, à raison de trois séances hebdomadaires pendant quatre semaines.

Les données ont été recueillies avant et après l'intervention. Trois types de mesures ont été réalisés :

1. Le valgus dynamique a été évalué à partir de l'analyse vidéo d'une réception de saut unipodal.
2. La force des abducteurs de hanche a été estimée à l'aide d'un pèse-bagage numérique
3. La périmétrie des hanches a permis de mesurer d'éventuels gains musculaires périphériques

Dessin de recherche

Cette étude a adopté un devis expérimental contrôlé, plus précisément un essai contrôlé randomisé (ECR). Dans ce type de recherche, les participants sont attribués de manière aléatoire à un groupe d'intervention (ayant suivi un protocole de renforcement des abducteurs de la hanche) ou à un groupe témoin (soumis à un placebo). La randomisation a été effectuée par tirage au sort.

Ce choix méthodologique est appuyé par l'étude de Normand (2024), dans laquelle les participants sont également répartis en deux groupes de tailles identiques : « Une action différente sera menée au sein de chaque groupe. La répartition au sein des deux groupes se fera de manière aléatoire à l'aide d'un logiciel informatique ». Cette méthode nous permet d'intervenir activement sur les facteurs étudiés, de modifier les conditions expérimentales et d'évaluer les changements induits.

De plus, ce dispositif autorise, après l'évaluation initiale, l'attribution d'un programme de renforcement des abducteurs de la hanche à l'un des groupes, sur une période définie. Une fois l'intervention terminée, une réévaluation des participants permet de corrélérer les résultats aux effets du protocole appliqué.

Population cible / Échantillon

La population cible comprenait des étudiants de 2^e et 3^e année en kinésithérapie au Portugal, hommes et femmes, âgés de 18 à 30 ans. L'échantillon a été constitué par commodité, en recrutant des participants motivés à partir de questionnaires distribués en classe. Trente participants ont été inclus dans l'étude. Bien que ce type

d'échantillonnage non probabiliste permette une collecte de données rapide, il limite toutefois la généralisation des résultats, à l'image de l'étude de Normand (2024).

Les critères d'inclusion étaient larges : âge compris entre 18 et 30 ans, étudiants de l'ISAVE, hommes ou femmes. Les critères d'exclusion incluaient une douleur trop importante, une fracture récente, des antécédents chirurgicaux récents (< 6 mois) ou toute autre condition susceptible d'être aggravée par la participation.

Instruments de collecte de données

La première étape a consisté à fournir aux étudiants un formulaire présentant brièvement l'étude, avec une section dédiée au consentement éclairé et des questions démographiques (âge, poids, taille, antécédents médicaux en lien avec le genou, douleur éventuelle). Le premier jour de collecte, les consentements éclairés ont été obtenus et des données cliniques et démographiques ont été vérifiées (âge, jambe faible, blessures associées au genou, etc.).

Les mesures comprenaient la circonférence du bassin et la force isométrique maximale des abducteurs de la hanche, réalisées en décubitus latéral, hanche en abduction à 15°, à l'aide d'un ruban à mesurer et d'un dynamomètre portatif, conformément à Khayambashi et al. (2015). Trois mesures ont été effectuées avec 30 secondes de repos entre chaque essai, puis la moyenne a été calculée. La méthode est alignée avec celle d'Ishøi et al. (2015), qui précise la position en décubitus latéral et légère abduction de hanche

La mesure du valgus dynamique a été réalisée en utilisant des repères anatomiques (EIAS, milieu de la rotule, articulation tibio-tarsienne). Les participants réalisaient des sauts à partir d'une hauteur de 30 cm, atterrissant en appui unipodal sur la jambe faible. Le mouvement a été filmé et analysé image par image avec le logiciel Kinovea, un logiciel d'analyse vidéo particulièrement utilisé pour l'analyse de mouvements.

Les participants ont ensuite été randomisés dans un groupe d'intervention (programme de renforcement) ou un groupe témoin. Le groupe d'intervention a reçu une vidéo explicative décrivant les exercices (copenhagen adduction, fire hydrant, gainage latéral dynamique, hip trust), ainsi qu'un suivi hebdomadaire (0 à 3 fois/semaine, ressenti final). Chaque exercice devait être réalisé en trois séries de dix répétitions, à raison de trois fois par semaine. Cette intensité de travail est inspirée de l'étude de Benedetti et al. (2021), qui valide un protocole similaire chez des patients atteints de dysplasie développementale de la hanche.

Le deuxième jour d'évaluation, les mêmes mesures ont été répétées, y compris la confirmation de l'adhésion au protocole. La mesure du valgus dynamique a été réalisée avec le logiciel Kinovea, comme dans les études de Seijas et al. (2020) et Kim et al. (2021), en utilisant l'analyse image par image.

Enfin, les considérations éthiques ont été rigoureusement respectées : validation du protocole par la commission d'éthique de l'ISAVE, obtention des consentements éclairés et garantie de la confidentialité des données.

IV- Résultats

Tableau 1 : Caractérisation de l'échantillon des données démographiques.

Groupe	Age Moyen±Écart type	Poids ±Écart type	Taille ±Écart type
Controle	23,1±2,5	65,1±10,3	170,6±9,1
Experimental	22,0±1,6	67,5±12,3	173,4±7,9

Tableau 2 : Comparaison entre les différentes situations par le test de Wilcoxon pour les valeurs obtenues avant, après, groupe Contrôle

	N	Mean	MStd déviation	Minimum	Maximum	Pourcentage : 25th	50th	75th
Dyn_1	14	1298.2143	1741.79974	75.00	6837.00	133.2500	995.0000	1550.2500
Valgus_1	14	132.0357	73.70990	-4.20	178.80	118.1750	165.2500	175.1250
Bassin_1	14	98.9286	6.20749	90.00	110.00	93.7500	99.0000	103.7500
Dyn_2	14	1882.7143	2898.32457	109.00	11762.00	805.0000	1238.0000	1593.2500
Valgus_2	14	142.8907	62.70807	-8.30	178.30	157.5250	167.4000	170.7000
Bassin_2	14	96.5000	7.35632	85.00	112.00	90.7500	96.5000	101.5000

Teste statistique

	Dyn_1	Dyn_2	Valgus_1	Valgus_2	Bassin_1	Bassin_2
Z	-.847b		_.785c		-1.857c	
Asymp Sig (2-tailed)	.397		.433		.063	

Tableau 3 : Comparaison entre les différentes situations par le test de Wilcoxon pour les valeurs obtenues avant, après, groupe expérimental

	N	Mean	Std deviation	Minimum	Maximum	Pourcentage : 25th	50 th	75 th
Dyn_1	14	8882.0000	574.66445	82.00	1596.00	139.0000	900.0000	1346.0000
valgus_1	14	253.8643	417.37863	-14.40	1686.00	166.9500	171.8500	175.5750
Bassin_1	14	99.6429	9.39400	83.00	118.00	93.5000	98.0000	104.7500
Dyn_2	14	1368.3571	491.05970	118.00	2236.00	1189.7500	1419.5000	1621.7500
valgus_2	14	133.8929	78.01117	-17.40	178.50	118.9000	173.6000	177.0750
Bassin_2	14	96.0000	10.11473	80.00	118.00	88.5000	95.0000	103.0000

Test statistique

	Dyn_2	Dyn_1	valgus_1	valgus_2	bassin_1	bassin_2
Z	-2.291b		-157c		-3.195c	
Asymp Sig (2-tailed)	.022		.875		.001	

Au cours de ces deux journées de mesures, nous avons pu récolter un certain nombre d'informations nécessaire à la réponse de notre étude. Afin d'obtenir des mesures scientifiquement fiables et reconnues, les données n'étant pas normales (Test de Shapiro-Wilk) l'analyse statistique a été réalisée avec un test non paramétrique (Test de Wilcoxon).

Comme cité précédemment, les données mesurées étaient : la force isométrique des abducteurs de hanche, le degré du valgus dynamique et la périmétrie du bassin pour les 2 groupes expérimentaux.

Pour les participants sans protocole, nous n'observons pas d'augmentation de la force des abducteurs de hanche mais une stagnation avec initialement une force moyenne de 123,03N à 123,8 N. Une augmentation est présente sur la valeur de l'angle du valgus dynamique du genou passant de 184,37° à 165,54°. Il y a des exceptions avec 4 personnes:

1 ère personne : 175,2° de valgus à 0,03° de varus

2ème personne : -4,2° de varus à 175,1° de valgus

3ème personne : -0,4° de varus à -8,3° de varus

4ème personne : -2,5° de varus à 178,3° de valgus

A l'inverse de 2 précédentes mesures, la périmétrie du bassin a montré une diminution, elle aussi légère en passant de 98,25 cm à 96,30 cm.

Maintenant, si nous comparons avec le groupe ayant suivi le protocole, nous pouvons noter des similitudes mais caractérisées par des différences notables.

L'augmentation de la force isométrique des abducteurs de hanche à elle aussi augmenté, mais de manière conséquente avec une différence de moyenne de 117,36 N en moyenne à 144,40 N, on peut donc observer une net augmentation de 23% de la force musculaire chez les aillant fait le renforcement.

La diminution de la périmétrie du bassin est une nouvelle fois présente mais cette fois-ci plus importante que pour le groupe sans protocole, passant de 99,64 cm à 94,30 cm.

La principale différence que nous trouvons en comparaison avec les mesures des 2 groupes, se trouve dans la valeur du valgus dynamique qui diminue de 155,74° à 173,04° de moyenne pour les valgus et pour les variés il passe de -9,75° à -13,75°. Il y a un cas à pars ou la personne testée est passé de 173° de valgus a -2° de varus.

En somme, nous pouvons affirmer que les participants ayant suivi le protocole ont connu une amélioration significative de la force de leurs abducteurs de hanche ainsi que d'un meilleur contrôle pelvien. Néanmoins malgré ces améliorations, il n'y a qu'une très légère évolution positive sur le valgus dynamique du genou est notable.

L'analyse statistique comparant les groupes avec et sans protocole met en évidence l'efficacité partielle de l'intervention. Concernant la force musculaire (Dyn), le groupe sans protocole présente une légère augmentation non significative (valeur-p = 0,397 voir tableau1), tandis que le groupe ayant suivi le protocole montre une amélioration significative (valeur-p = 0,022 voir tableau 2).

Cela indique que le protocole a eu un effet réel et mesurable sur le renforcement musculaire.

En ce qui concerne le contrôle du bassin, une amélioration limitée mais non significative est observée sans protocole (valeur-p = 0,063 voir tableau 1), alors qu'une amélioration significative est obtenue avec le protocole (valeur-p = 0,001 voir tableau 2). Ce résultat souligne l'impact positif du protocole sur la stabilisation pelvienne. En revanche, pour le valgus du genou, aucune amélioration significative n'est observée dans aucun des deux groupes (valeur-p = 0,433 voir tableau 1 sans protocole et 0,875 voir tableau 2 avec protocole), ce qui montre que le protocole actuel n'a pas d'effet concluant sur cet aspect biomécanique. En conclusion, le protocole mis en place s'avère efficace pour améliorer la force musculaire et le contrôle du bassin, mais reste inefficace pour corriger le valgus du genou. Il serait donc pertinent d'adapter ou de compléter le protocole afin de cibler spécifiquement cette dernière composante.

Cela nous amène donc à se demander si le renforcement des abducteurs de hanche est inefficace dans la diminution du valgus, ou bien si en dépit d'un travail sérieux et rigoureux de la part des chercheurs, la collecte de mesure ainsi que les méthodes employées aient été efficacement réalisées

V- Discussion

Dans cette étude, nous avons décidé d'évaluer le valgus dynamique en réception unipodale avec une vidéo et une analyse d'angle lors de la réception (Dingenen et al., 2015). Nous avons également mesuré la force isométrique des abducteurs de hanche selon Hollman et al. (2009) et Neamatallah, Herrington & Jones (2020), afin de mesurer une évolution avant et après le renforcement, pour voir si la force est corrélée avec une diminution du valgus dynamique du genou en réception unipodale. Pour finir, nous avons pris une mesure périmétrique du tour des fessiers afin de comparer l'évolution après le renforcement et mesurer un changement de masse musculaire.

Selon Joseph Larwa et al. (2015) et Hewett et al. (2005), le valgus dynamique est un facteur aggravant du risque de blessures du ligament croisé antérieur (LCA). Les facteurs de risque du LCA sont, selon ces études, l'abduction de la hanche, la force isométrique des abducteurs de hanche, la flexion du genou, l'abduction du genou, la mobilité de la cheville et l'inclinaison du tronc (ischio-jambiers). L'étude de Karl F. Orishimo (2014) confirme également la relation entre la flexion et l'inclinaison du tronc comme étant un risque de rupture du LCA.

Dans notre étude, nous avons essayé de réduire ce valgus via un renforcement des muscles impliqués dans le valgus dynamique. Le groupe musculaire impliqué dans la tension du LCA serait le quadriceps (Nirav Maniar et al., 2022), tandis que les ischio-jambiers, les gastrocnémiens et les moyens fessiers seraient des éléments permettant de limiter le tiroir antérieur et donc la tension sur le LCA. C'est pourquoi

nous avons choisi les groupes musculaires ischio-jambiers et moyen fessier dans la partie renforcement, afin d'avoir une réduction possible de rupture du LCA en renforçant les structures qui diminuent la tension qui s'y applique.

Lors de nos mesures, en comparant la force isométrique des abducteurs de hanche avant et après le renforcement, nous avons pu constater une amélioration significative de la force mesurée. Le renforcement effectué par les participants de l'étude s'est révélé efficace.

En revanche, on peut constater qu'il n'y a pas de différence significative sur le valgus du genou, ce qui montre l'inefficacité du renforcement donné aux participants de l'étude, comme montré par Alzahrani et al. (2021). Nous avons observé une amélioration marquée de certaines données (notamment périmétriques) sur une période relativement courte. Cette évolution dépasse ce que les mécanismes physiologiques d'hypertrophie ou de modification morphologique permettent d'envisager en 4 semaines. Cela pourrait s'expliquer par une erreur de mesure, un biais de motivation ou une contraction musculaire plus volontaire lors des tests. Ce point souligne l'importance d'un protocole de mesure rigoureux, avec standardisation des consignes et des conditions d'évaluation.

La force des muscles de la hanche et la corrélation avec le valgus dynamique du genou restent floues, comme nous avons pu le constater dans notre étude, ce qui est confirmé par la revue systématique d'Alzahrani et al. (2021). Wilczyński, Zorena & Ślęzak (2020) suggèrent d'utiliser ces patterns de mouvement comme le single leg squat ou le single leg landing pour détecter, mais aussi pour l'entraînement et la diminution du valgus dynamique du genou. Cependant, l'étude de Khayambashi et al. (2015) indique que le niveau de force des abducteurs de hanche et rotateurs externes serait un outil de prédiction fiable pour la détection du risque de rupture du LCA.

Les limites de notre étude sont la taille de notre échantillon, qui n'est pas représentatif de la population. De plus, l'outil utilisé pour mesurer la force des abducteurs était un pèse-valise avec lequel nous avons fait une conversion du poids en newtons, mais qui reste moins précis qu'un dynamomètre. La mesure du valgus dynamique, effectuée via le logiciel Kinovea, peut également présenter des biais sur les emplacements des repères anatomiques marqués au feutre. Il y a également un biais sur la mesure de la périmétrie et la précision de l'emplacement du mètre ruban, qui peut varier entre les individus et fausser les mesures prises. Lors de la mesure du drop vertical jump, nous avons fait le choix de ne pas prendre une vue sagittale de la réception pour des raisons techniques de mise en place, mais cela aurait permis d'évaluer la flexion du tronc (Zazulak et al., 2007) lors de la réception ainsi que la flexion du genou et la flexion dorsale, car on sait qu'un manque de flexion dorsale a un impact favorisant l'apparition du valgus dynamique (Lima et al., 2018). La taille de notre échantillon ne nous a pas permis de faire une comparaison pertinente entre hommes et femmes, malgré le fait que...

Notre étude a démontré l'inefficacité du renforcement non spécifique pour diminuer le valgus du genou. Le renforcement effectué était loin d'une tâche de réception

unipodale comme mesurée lors de l'étude. Les contraintes appliquées par le renforcement proposé ne se rapprochaient pas suffisamment de la réception, car nous n'avons pas trouvé de différence significative dans le valgus du genou, mais bien une augmentation de la force des abducteurs de hanche en parallèle. On peut supposer que la force gagnée par le renforcement n'était pas suffisante pour diminuer le valgus du genou. Le rôle du contrôle moteur dans la réception unipodale est également un élément important à prendre en compte : malgré le gain de force, il faut être capable de l'exploiter correctement.

Pour approfondir notre étude, nous aurions pu utiliser plusieurs caméras simultanément sur le saut afin de mesurer l'angle de flexion du genou, du tronc (Larwa et al., 2021) et de la cheville (Lima et al., 2018). Nous pourrions aussi mesurer la force des autres groupes musculaires afin de voir si le renforcement était significativement augmenté sur tous les groupes musculaires engagés dans le valgus dynamique du genou.

À l'avenir, les pistes d'exploration pourraient être le travail de réceptions avec contrôle moteur, en accentuant les contraintes de force et de vitesse pour se rapprocher des conditions d'une réception unipodale et travailler sur les points faibles dans des conditions plus spécifiques au valgus du genou.

VI- Conclusion

Les résultats ont montré que le renforcement musculaire des abducteurs de hanche avait une amélioration significative sur leur gain de force. En revanche, aucune réduction significative du valgus dynamique n'a été observée. Ces résultats suggèrent que le renforcement isolé des abducteurs, bien qu'efficace sur le plan musculaire, ne suffit pas à modifier le contrôle du valgus du genou.

Plusieurs interprétations peuvent être avancées. D'une part, le valgus dynamique est une coordination complexe faisant intervenir non seulement la force, mais aussi le contrôle neuromusculaire, la stabilité lombo-pelvienne et la proprioception, caractéristiques qui n'intégraient pas de travail fonctionnel ou spécifique à la tâche évaluée.

En termes d'applications cliniques, ces résultats incitent à intégrer, dès la prévention, une approche plus globale combinant renforcement, contrôle postural et exercices fonctionnels.

Pour aller plus loin, des études futures pourraient explorer l'effet de programmes associant renforcement et neuromotricité, analyser d'autres groupes musculaires clés (notamment les muscles du tronc et les rotateurs de hanche), ou encore examiner. L'utilisation de technologies plus avancées, comme la capture de mouvement 3D, permettrait également une évaluation plus précise des adaptations biomécaniques.

VII- Références bibliographiques

- Alzahrani, A. M., Alzhrani, M., Alshahrani, S. N., Alghamdi, W., Alqahtani, M., & Alzahrani, H. (2021). Is hip muscle strength associated with dynamic knee valgus in a healthy adult population? *Physiotherapy Research International*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34300118/>
- Boren, K., Conrey, C., Le Coguic, J., Paprocki, L., Voight, M., & Robinson, T. K. (2011). Electromyographic analysis of gluteus medius and gluteus maximus during rehabilitation exercises. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 6(3), 206–223. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22034614/>
- Contreras, B., Vigotsky, A. D., Schoenfeld, B. J., Beardsley, C., & Cronin, J. (2015). A comparison of gluteus maximus, biceps femoris, and vastus lateralis EMG amplitude between the barbell hip thrust and back squat exercises. *Journal of Applied Biomechanics*, 31(6), 452–458. <https://doi.org/10.1123/jab.2014-0301>
- Distefano, L. J., Blackburn, J. T., Marshall, S. W., & Padua, D. A. (2009). Gluteal muscle activation during common therapeutic exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(7), 532–540. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2796>
- Dingenen, B., Malfait, B., Nijs, S., Peers, K. H. E., Vereecken, S., Verschueren, S. M. P., & Staes, F. F. (2015). Can two-dimensional video analysis during single-leg drop vertical jumps help identify non-contact knee injury risk? A one-year prospective study. *Clinical Biomechanics*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26144662/>
- Ekegren, C. L., Miller, W. C., Celebrini, R. G., Eng, J. J., & Macintyre, D. L. (2009). Reliability and validity of observational risk screening in evaluating dynamic knee valgus. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19721212/>
- Herman, D. C., & Liu, H. (2008). Prevention of anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Sports Medicine*, 38(3), 235–248. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838030-00004>
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492–501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
- Hollman, J. H., Ginos, B. E., Kozuchowski, J., Vaughn, A. S., Krause, D. A., & Youdas, J. W. (2009). Relationships between knee valgus, hip-muscle strength, and hip-muscle recruitment during a single-limb step-down. *Journal of Sport Rehabilitation*, 18(1), 104–117. <https://doi.org/10.1123/jsr.18.1.104>
- Ishøj, L., Sørensen, C. N., Kaae, N. M., Jørgensen, L. B., Hölmich, P., & Thorborg, K. (2015). Large eccentric strength increase using the Copenhagen adduction

exercise in football: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(11), 1334–1342. <https://doi.org/10.1111/sms.12585>

Khayambashi, K., Mohammadkhani, Z., Ghaznavi, K., Lyle, M. A., & Powers, C. M. (2015). The effect of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: A randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 44(1), 19–26. <https://doi.org/10.1177/0363546515616237>

Liederbach, M., Kremenich, I. J., Orishimo, K. F., Pappas, E., & Hagins, M. (2014). Comparison of landing biomechanics between male and female dancers and athletes. Part 2: Influence of fatigue and implications for anterior cruciate ligament injury. *The American Journal of Sports Medicine*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24595401/>

Lima, Y. L., Ferreira, V. M. L. M., Lima, P. O. P., Bezerra, M. A., Oliveira, R. R., & Almeida, G. P. L. (2018). The association of ankle dorsiflexion and dynamic knee valgus: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28974358/>

Lohmander, L. S., Englund, P. M., Dahl, L. L., & Roos, E. M. (2007). The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: Osteoarthritis. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(10), 1756–1769. <https://doi.org/10.1177/0363546507307396>

Montalvo, A. M., Schneider, D. K., Silva, P. L., Yut, L., Webster, K. E., & Myer, G. D. (2019). 'What's my risk of sustaining an ACL injury while playing sports?' A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53(16), 1003–1012. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097261>

Myer, G. D., Ford, K. R., Palumbo, J. P., & Hewett, T. E. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 51–60. <https://doi.org/10.1519/00124278-200502000-00009>

Neamatallah, Z., Herrington, L., & Jones, R. (2020). An investigation into the role of gluteal muscle strength and EMG activity in controlling hip and knee motion during landing tasks. *Physical Therapy in Sport*, 41, 59–65. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31902735/>

Numata, H., Nakase, J., Kitaoka, K., Shima, Y., Oshima, T., Takata, Y., Shimozaaki, K., & Tsuchiya, H. (2018). Two-dimensional motion analysis of dynamic knee valgus identifies female high school athletes at risk of non-contact anterior cruciate ligament injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28840276/>

Orishimo, K. F., Kremenec, I. J., Pappas, E., Liederbach, M., & Hagins, M. (2014). Comparison of landing biomechanics between male and female dancers and athletes, part 1: Influence of sex on risk of anterior cruciate ligament injury. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(5), 1082–1088. <https://doi.org/10.1177/0363546514523928>

Petersen, W., Braun, C., Bock, W., Schmidt, K., & Weimann, A. (2014). A meta-analysis of prospective and retrospective studies of the effectiveness of proprioceptive and neuromuscular training programs for the prevention of ACL injuries. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(1), 5–15. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0901-2>

Redler, L. H., Watling, J. P., Dennis, E. R., Swart, E., & Ahmad, C. S. (2016). Reliability of a field-based drop vertical jump screening test for ACL injury risk assessment. *The American Journal of Sports Medicine*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26651526/>

Selkowitz, D. M., Beneck, G. J., & Powers, C. M. (2013). Which exercises target the gluteal muscles while minimizing activation of the tensor fascia lata? *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(2), 54–64. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4116>

Silvers-Granelli, H. J., Mandelbaum, B. R., Adeniji, O., Insler, S., Bizzini, M., Pohlig, R., ... & Dvorak, J. (2015). Efficacy of the FIFA 11+ injury prevention program in the collegiate male soccer player. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(11), 2628–2637. <https://doi.org/10.1177/0363546515602009>

Sugimoto, D., Myer, G. D., Foss, K. D. B., & Hewett, T. E. (2015). Specific exercise effects of preventive neuromuscular training intervention on anterior cruciate ligament injury risk reduction in young females: Meta-analysis and subgroup analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(5), 282–289. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093461>

Taylor, J. B., Ford, K. R., Nguyen, A.-D., & Shultz, S. J. (2016). Biomechanical comparison of single- and double-leg jump landings in the sagittal and frontal plane. *Journal of Sports Sciences*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27482527/>

Wilczyński, B., Zorena, K., & Ślęzak, D. (2020). Dynamic knee valgus in single-leg movement tasks: Potentially modifiable factors and exercise training options. A literature review. *Human Movement*, 21(3), 1–12. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33172101/>

Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: A prospective biomechanical-epidemiologic study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1123–1130. <https://doi.org/10.1177/0363546507301585>

VIII- Tableaux

Tableau 1 – Données pré-intervention : force des abducteurs, périmétrie pelvienne et valgus dynamique

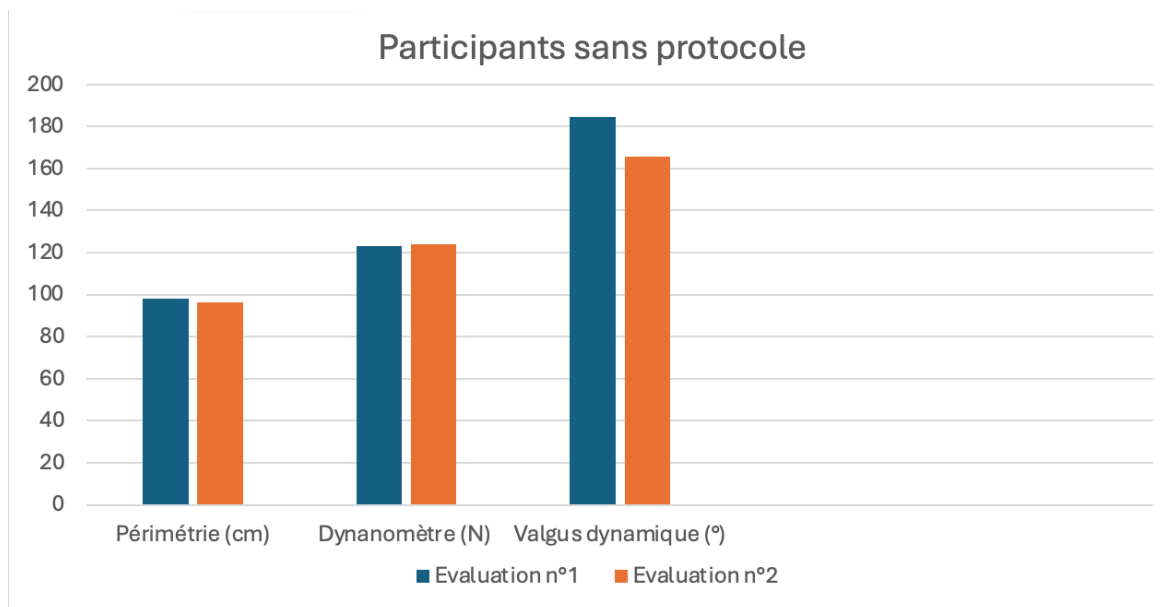
NOM	ÂGE	JAMBE FAIBLE OU LÉSÉE	MESURE DYNAMOMETRE	MESURE VALGUS	PERIMETRIE DU BASSIN (cm)
Candidat 1	26	D lésée croisé	9,46 / 11,15 / 9,51= 98,4	169.6°	99
Candidat 2	20	D Lésée instabilité	7,52/7,95/ 7,47= 75N	163.9°	108
Candidat 3	24	G	10,35/ 11,70/ 11,41=109	168.6°	96
Candidat 4	23	G	6,85/ 9,86/ 10,32= 88,3 (-4.2°) → VARUS		103
Candidat 5	23	G	8,40/ 7,18/ 7,20= 74,4 N	170°	99
Candidat 6	23	D	14,48/ 15,26/ 15,26= 147	178/8°	99
Candidat 7	21	G	14,01/ 15,15/ 15,26= 145	175.5°	110
Candidat 8	20	G lésée croisé	8,95/ 10,63/ 11,21= 100,1	176.5°	106
Candidat 9	20	D	8,77/ 7,76/ 8,29= 81,1 N	175.8°	114
Candidat 10	21	D	12,8/ 13,32/ 11,18= 121N	173.5°	96
Candidat 11	23	G	8,59/ 9,61/ 9,76= 91,4N	168.8°	83
Candidat 12	23	D	7,47/ 8,56/ 9,06= 82N	169.4°	92
Candidat 13	20	G	14,26/ 13,15/ 11,67= 127	161.4°	98
Candidat 14	26	G	14,20/ 14,81/ 19,80= 159 (-14.4°) → VARUS		103
Candidat 15	21	G	19,96/ 22,60/ 24,01=217 (-0.4°) → VARUS		110
Candidat 16	22	D	19,03/ 15,30/ 14,38=159	176°	103
Candidat 17	22	G	13,57/ 12,69/ 12,55=126 (-5.1°) → VARUS		98
Candidat 18	21	D	19,40/ 22,20/ 22,28=208 (-2.5°) → VARUS		102
Candidat 19	22	G	14,61/ 13,22/14,12=137,	164.5°	94
Candidat 20	22	G	9,69/ 9,62/ 8,83=92 N	165°	93
Candidat 21	25	G	11,39/ 12,31/ 12,86=119	166.7°	99
Candidat 22	21	G	6,89 / 9,88/ 10,35= 88,6N	173°	94
Candidat 23	27	G	21,6/ 20,2/ 23,12=211N	175.1°	90
Candidat 24	22	G	11,15/11,51/ 11,18=111,	177.1°	96
Candidat 25	21	G	15,90/ 16,23/ 15,58=155	173.5°	91
Candidat 26	22	G	8,06/ 9,02/ 10,32= 90N	175.2°	92
Candidat 27	28	G	6,01/ 7,30/ 7,60= 68,37 N	165.5°	96
Candidat 28	26	G	10,36/11,42/11,44=108,5	174.5°	91
Candidat 29	22	G	8,10/ 15,01/ 15,03=124,6	170.7°	118
Candidat 30	21	G	8,59/ 11,58/ 11,06= 102,	158.4°	94

Tableau 2 – Données post-intervention : évolution de la force, périmétrie pelvienne et valgus selon l'adhérence au protocole

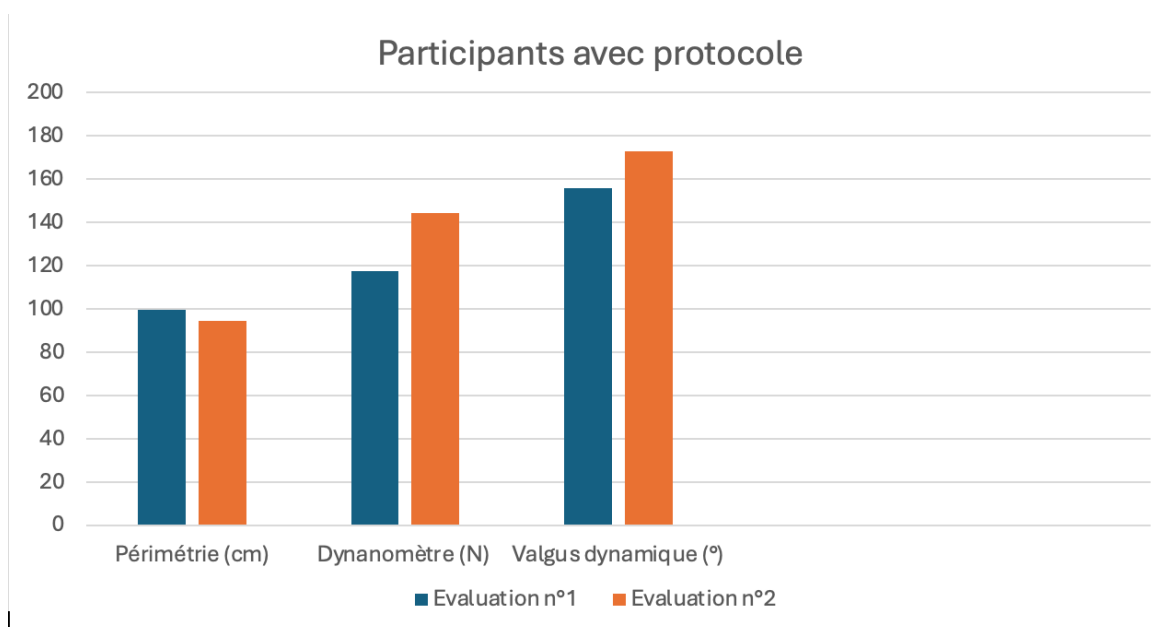
NOM	JAMBE FAIBLE OU LÉSÉE	SUIVI DU PROTOCOLE	FREQUENCE	PERIMETRIE DU BASSIN (cm)	MESURE DYNAMOMETRE	MESURE VALGUS
Candidat 1	D	NON		106	9,67/10,35/11,65=103,4N	169.4°
Candidat 2	D	NON		112	12,05/13,78/12,38= 124 N	167°
Candidat 3	G	OUI	11 séances sur 12	94	15,2/15,07/14,2=145,4N	172.8°
Candidat 4	G	NON		103	11,36/12,21/12,4=117,62	175.1°
Candidat 5	G	OUI	11 séances sur 12	96	12,8/11,51/11,78=118N	159.2°
Candidat 6	D	NON		96	15,19/14,79/15,9=149,7N	173.1°
Candidat 7	G	OUI	10 séances sur 12	109	24,5/22,15/21,95=223,6N	178.5°
Candidat 8	G	NON		97	18,25/14,68/13,97=153,3N	167.8°
Candidat 9	D	OUI	8 séances sur 12	106	11,19/13,37/14,11=126,4N	174.7°
Candidat 10	D	OUI	12 séances sur 12	95	12,6/14,23/15,58=138,5N	178°
Candidat 11	G	OUI	10 séances sur 12	80	9,06/9,47/10,12=93,6N	171.2°
Candidat 12	D	OUI	12 séances sur 12	84	10,4/10,07/9,67=98,5N	165.8°
Candidat 13	G	OUI	4 séances sur 12	95	19,58/20,54/17,16=187,3N	174.5°
Candidat 14	G	OUI	4 séances sur 12	94	17,2/16,5/14,48=157,5N	- 9,5° → VARUS
Candidat 15	G	NON		100	21,6/21,65/19,78=205,9N	- 8,3° → VARUS
Candidat 16	D	OUI	4 séances sur 12	102	17,35/16,83/16,87=166,9N	177.3°
Candidat 17	G	OUI	0 séance sur 12	95	14,42/13,05/13,4=133,6N	-17.4° → VARUS
Candidat 18	D	NON		101	18,52/18,13/17,6	178.3°
Candidat 19	G	NON		91	13/11,02/12,86=120,5N	164.6°
Candidat 20	G	NON		90	9,5/11,35/11,51=105,7N	165.4°
Candidat 21	G	NON		97	12,1/12,38/14,4=127,1N	169.9°
Candidat 22	G	OUI	8 séances sur 12	87	11,48/13,37/13,63=125,8N	-2° → VARUS
Candidat 23	G	NON		85	15,73/13,90/14,58=144,5N	168.9°
Candidat 24	G					
Candidat 25	G	OUI	11 séances sur 12	89	15,12/14,30/15,3=146,2N	177°
Candidat 26	G	NON		91	9,69/11,06/12,6=109N	+0.03° → VARUS
Candidat 27	G	NON		92	5,32/6,73/7,02= 62,2N	160.4°
Candidat 28	G					
Candidat 29	G	OUI	12 séances sur 12		13,59/17,05/18,49=160,6N	174.4°
Candidat 30	G	NON		90	7,30/9,05/10,15=86,6N	148.9°

IX- Figures/diagramme

Comparaison de la périmétrie, de la force (dynamomètre) et du valgus dynamique entre la première et la deuxième évaluation – Groupe contrôle



Comparaison de la périmétrie, de la force (dynamomètre) et du valgus dynamique entre la première et la deuxième évaluation – Groupe expérimental



X- Annexes

Annexe I : Déclaration de consentement éclairé

Annexe II : Formulaire Google Forms d'invitation à participer à l'étude

Annexe III : Formulaire hebdomadaire de suivi du groupe expérimental

Annexe IV : Illustrations du protocole expérimental

Annexe I : déclaration de consentement éclairé

DÉCLARATION DE CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ

Désignation de l'étude:

Moi, soussigné(e), (nom complet du participant dans l'étude) _____, je déclare avoir compris l'explication fournie au sujet de la participation à la recherche à réaliser et sur l'étude où je serai inclus. On m'a donné l'opportunité de poser les questions que j'ai jugées nécessaires et j'ai obtenu des réponses satisfaisantes.

J'ai pris connaissance du fait que les informations ou explications données étaient au sujet des objectifs et méthodes. En outre, on m'a indiqué que j'ai le droit à tout moment de refuser ma participation à l'étude, sans que ce refus puisse avoir comme effet un quelconque préjudice personnel.

On m'a aussi assuré que les registres en support papier et/ou digital (sonore et image) seront confidentiels et utilisés seulement et exclusivement pour cette étude, et seront conservés en un lieu sûr pour la durée de la recherche et ensuite détruits après sa conclusion.

Par conséquent, j'accepte de participer en cette étude.

Date: ____/____/20__

Signature du participant au projet: _____

Le chercheur responsable: **Nom:** _____

Signature: _____

Annexe II : Formulaire Google Forms d'invitation à participer à l'étude

Mémoire de fin d'étude - Le renforcement des abducteurs de hanche sur le Valgus dynamique du genou

Tu es étudiant(e) et tu veux participer à une étude encadrée sur les effets des exercices de renforcement des abducteurs de hanche dans le cadre du Valgus Dynamique du genou ? Remplis ce formulaire pour rejoindre notre protocole et contribuer à un projet concret, enrichissant et utile pour notre formation
Merci à tous !

* Indique une question obligatoire

Nom - Prénom *

Votre réponse

Année de naissance *

Votre réponse

Je souhaite participer à l'étude ? *

- ☐ Oui
☐ Non

Classe *

- ☐ K1
☐ K2
☐ K3
☐ K2C

Avez-vous déjà eu des problèmes de genou ? *

- ☐ Oui
☐ Non

Si oui, précisez :

Votre réponse

Avez-vous déjà eu des problèmes de hanche ? *

- ☐ Oui
☐ Non

Si oui, précisez :

Votre réponse

Avez-vous un problème actuel dans l'une de ces deux articulation ? Si oui précisez :

Votre réponse

créneaux restant pour effectuer le protocole *

- ☐ Mercredi 30 avril (après-midi)
☐ vendredi 2 (après-midi)

Annexe III : Formulaire hebdomadaire de suivi du groupe expérimental

Renforcement - semaine 1 (2/05/25 - 9/05/25)

* Indique une question obligatoire

Nom Prénom *

Votre réponse

À quelle fréquence avez-vous effectué les exercices de renforcement ? *

☐ 0

☐ 1

☐ 2

☐ 3

Avez-vous pratiqué un autre type de renforcement musculaire dans la semaine ?

☐ Oui

☐ Non

Si oui, précisez

Votre réponse

...

Sur une échelle de 0 à 5 ou évaluez-vous le niveau de difficultés ? *

0 étant sans difficulté et 5 un effort intense

Réponse courte

Annexe IV : Illustrations du protocole expérimental



Mesure de force des abducteurs de hanche en isométrique



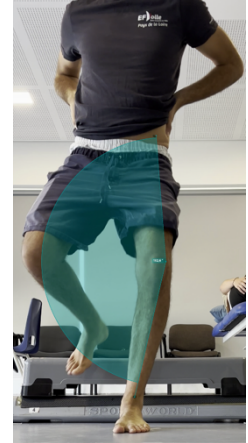
Départ à 15° d'abduction de hanche pour mesurer la force



Mesure de Valgus Dynamique : Présence d'un Valgus



Mesure de Valgus Dynamique : Présence d'un angle proche de 180°



Mesure de Valgus Dynamique : Présence d'un Varus



Marche de 30cm de hauteur avec réception sur la croix à 36 cm de longueur

