



Institut Régional de Formation aux Métiers de la Rééducation et Réadaptation

Pays de la Loire

54, rue de la Baugerie – 44230 SAINT-SEBASTIEN SUR LOIRE

**INTERET DU RECENTRAGE DE L'ÉPAULE SELON LE CONCEPT SOHIER
CHEZ LES JOUEURS DE TENNIS LORS DU SERVICE**

Jonathan LEMAITRE

Travail Ecrit de Fin d'Etudes

En Vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute

Année scolaire : 2012-2013

REGION DES PAYS DE LA LOIRE



Remerciements

Je remercie les clubs de tennis et les joueurs pour leur participation.

Je remercie mes amis pour leur aide.

Je remercie mon tuteur de stage pour ses aiguillages et ses précieux conseils.

A ma famille, pour son soutien et son aide.

A mon père.

« Se tromper à sa façon personnelle, n'est-ce pas même presque mieux que de dire la vérité mais seulement d'après les autres ? Dans le premier cas on est un être humain et dans le second pas plus qu'un oiseau ! » DOSTOIEVSKI, Crime et châtiment.

Résumé

Le concept Sohier conçoit qu'une articulation dans une situation proprioceptive optimale, développe une force et une précision de meilleure qualité. L'objectif de l'étude est de vérifier si l'application des manœuvres de recentrage de l'épaule amène une amélioration du service chez les tennismen. Pour cela les performances de 19 joueurs licenciés ont été évalués et deux groupes ont été constitués : chez l'un nous réalisons des manœuvres de recentrage et chez l'autre non. La recherche consiste à vérifier si un groupe est plus performant qu'un autre. Chez tous les joueurs, les performances sont mesurées par les mêmes moyens : la vitesse du service est évalué par un radar, la précision est évaluée par le nombre de balles dans le carré de service. Les résultats ne montrent pas d'amélioration significative. Cependant, de nombreux biais viennent parasiter l'étude tel que les conditions de mesures. D'autres études seront donc nécessaires pour arriver à dégager des résultats significatifs.

Mots clés :

Sohier – Recentrage – Epaule – Performance – Tennis

Keywords :

Refocusing – Shoulder – Perform – Tennis

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCTION..... | 1 |
| 1.1. LE CONCEPT SOHIER | 1 |
| 1.1.1. LES VOIES DE PASSAGES..... | 2 |
| 1.2. RAPPELS ANATOMIQUE DE L'ÉPAULE..... | 2 |
| 1.2.1. Les structures osseuses | 2 |
| 1.2.2. Le système capsulo-ligamentaire | 3 |
| 1.2.3. Le système musculaire | 4 |
| 1.3. LA PROPRIOCEPTION | 5 |
| 1.3.1. La proprioception articulaire..... | 5 |
| 1.3.2. La proprioception musculaire..... | 7 |
| 1.4. PHYSIOPATHOLOGIE | 7 |
| 1.4.1. Le service : un geste traumatique | 7 |
| 1.4.2. La distension capsulo-ligamentaire..... | 8 |
| 1.4.3. Le déséquilibre musculaire | 8 |
| 1.4.4. Les conséquences du décentrage | 9 |
| 2. MATERIEL ET METHODE..... | 9 |
| 2.1. MATERIEL | 9 |
| 2.1.1. Population | 9 |
| 2.1.2. Outils de mesure | 10 |
| 2.2. METHODE..... | 10 |
| 2.2.1. Description du protocole..... | 10 |
| 2.2.2. Les manœuvres tests | 13 |
| 2.2.3. Les manœuvres correctrices..... | 14 |
| 2.3. ANALYSE DES DONNEES | 16 |
| 3. RESULTATS..... | 16 |
| 3.1. POPULATION ET DECENTRAGE | 16 |
| 3.2. LES MESURES DE LA PRECISION ET DE LA VITESSE DE SERVICES DES GROUPES B ET C..... | 17 |
| 3.3. LES RESULTATS LIES AU DECENTRAGE DE L'ÉPAULE..... | 18 |
| 4. DISCUSSION | 19 |
| 4.1. INTERPRETATION DES RESULTATS | 19 |
| 4.2. CRITIQUE DE LA METHODOLOGIE | 19 |
| 4.3. PERSPECTIVES | 22 |
| 5. CONCLUSION..... | 23 |

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

1. Introduction

Lors des cours de deuxième année de masso-kinésithérapie, ainsi que lors de mes différents lieux de stage, la thérapie manuelle m'a été présentée, et plus particulièrement un concept de ré-harmonisation articulaire qui a été créé par un masseur-kinésithérapeute belge, Raymond Sohier.

J'ai eu la possibilité de réaliser certaines manipulations, notamment au niveau de l'épaule. Par sa douceur et sa simplicité, la manœuvre proposée par Sohier a attiré mon attention et je me suis questionné sur sa pratique. En kinésithérapie, la tendance actuelle oriente vers la démonstration scientifique des techniques. Or nous retrouvons peu de littérature ayant étudié le concept Sohier. L'orientation de mon questionnement porte sur un sport où l'épaule est très sollicitée, le tennis.

1.1. Le concept Sohier

Selon R. Sohier, l'articulation est sous l'influence de quatre composantes qui sont le structural, le neurovégétatif, le neuromoteur et le biomécanique qui interagissent entre eux de façon très imbriquée.

Ainsi nous trouvons le structural qui représente les différents éléments qui composent l'articulation (os, muscles, ligaments) où leurs qualités dépendent de l'âge et de l'individu lui même.

Le neuro-végétatif assure la trophicité des structures (vasodilatation/vasoconstriction).

Le neuromoteur permet la mobilisation de l'articulation et la stabilisation par la mise en jeu des muscles et de la commande motrice.

Le biomécanique représente l'action des structures entre elles et leurs interactions en fonction de leur situation et de leur configuration.

Une atteinte au niveau d'une de ces composantes va entraîner une incongruence articulaire et donc une pathologie (1).

Exemple : le surmenage articulaire par excès de contrainte agira sur le biomécanique. Le structural s'en trouve modifié ainsi que le neurovégétatif et le neuromoteur. « *L'idée est que on peut soigner une articulation si on a la possibilité de ramener à l'équilibre biologique les tissus lésés ou malades ; sinon on fait de l'adjuvance.* » La ré harmonisation articulaire trouve

toute sa place dans le sens où un trouble biomécanique suffit à lui seul pour déclencher une affection articulaire. La récupération de la cinématique articulaire normale a de nombreuses conséquences notamment d'améliorer le rendement fonctionnel, la récupération d'un centrage dynamique correct de la tête humérale améliore les performances, en termes de rendement immédiat en force. »M. Haye (2)

Dans le cas précis de l'épaule et en se fondant sur ses principes généraux, R. Sohier nous décrit la biomécanique de la gléno-humérale.

1.1.1. Les voies de passages

Elles sont au nombre de trois (3).

- La voie antérieure, qui correspond à une élévation dans le plan sagittal appelée antépulsion. Cette élévation est réalisée en rotation médiale jusqu'au zénith, ce qui permet le passage de la grosse tubérosité entre l'acromion et le processus coracoïde. On ne retrouve pas de contact osseux car la grosse tubérosité passe sous le ligament coraco-acromial.

-La voie postéro-latérale est l'élévation en abduction dans le plan de l'omoplate associée à une rotation externe. La grosse tubérosité passe donc derrière le bec acromial.

-Enfin la troisième voie est la voie postérieure qui correspond à la mise de la main dans le dos. Elle associe donc une rétropulsion de l'épaule une rotation interne ainsi qu'une adduction qui met en tension les muscles de la coiffe des rotateurs.

1.2. Rappels anatomique de l'épaule

1.2.1. Les structures osseuses

L'articulation de l'épaule met en relation trois os. La clavicule, la scapula et l'humérus. (4)

Ces trois os s'articulent par l'intermédiaire de cinq articulations, trois dites vraies et deux dites fausses. Les trois articulations dites vraies sont la sterno-claviculaire, l'acromio-claviculaire et enfin la gléno-humérale.

L'omo-serrato-thoracique est qualifiée de cissarthrose. Elle correspond à un plan de glissement entre la face antérieure de la scapula et la face postéro-latérale du gril costal. L'articulation sous acromial met en relation la partie inférieure de l'extrémité latérale de l'acromion avec la partie supérieure de la grande tubérosité. Ces deux dernières ne sont pas des articulations cartilagineuse mais des plans de glissement, c'est pour cela qu'on les qualifie de fausses articulations de l'épaule.

L'articulation gléno-humérale met en relation la glène qui est plane avec la tête humérale qui est sphérique. Cette configuration rend l'articulation peu congruente. R. Sohier a donc décrit deux conséquences en rapport avec cette faible congruence. La première est négative car « rien n'empêche l'apparition de la dyscongruence des surfaces en présence. » La seconde est positive puisque « si les structures périarticulaires bénéficient de conditions assurant leur détente, rien n'empêche le recentrage articulaire d'être réalisé. » (3)

Il existe différentes structures pour pallier cette instabilité. Au niveau osseux, la congruence articulaire est augmentée par le labrum. C'est un fibro-cartilage qui s'insère sur tout le pourtour de la glène et augmente ainsi la surface articulaire.

1.2.2. Le système capsulo-ligamentaire

Un autre système garant de la stabilité articulaire est la capsule et ses ligaments (4).

- Le ligament coraco-huméral est le suspenseur de l'épaule, en effet, son insertion part de l'apex du processus coracoïde pour se terminer sur la grande et la petite tubérosité. Lors de la voie de passage antérieur, l'élévation au zénith du bras va éloigner ses insertions et le mettre en tension et ainsi gêner le mouvement. La rotation médiale ainsi que l'abduction permettent de soulager cette tension en rapprochant les insertions et permettre l'élévation complète du membre supérieur (5).
- Le ligament gléno-huméral inférieur est le hamac de l'articulation. Il naît du bord inféro-antérieur du bourrelet glénoïdale pour se terminer à la face antéro-médiale du col chirurgical sous la tête humérale. Lors de l'élévation antérieure, il y a nécessité d'associer une rotation médiale et une abduction ce qui a pour conséquence de tendre ce ligament.
- Le ligament gléno-huméral supérieur naît au pôle supérieur de la glène pour terminer sur le tubercule mineur.
- Le ligament gléno-huméral moyen naît sous le ligament gléno-huméral supérieur pour se terminer sur la moitié inférieure du tubercule mineur. Ces deux ligaments concourent à maintenir la tête humérale en l'empêchant de partir vers l'avant dans le plan sagittal.

Toutes ces structures participent donc à augmenter la stabilité de l'articulation.

1.2.3. Le système musculaire

L'articulation de l'épaule est soumise à deux contraintes. La stabilité et le mouvement. Le système musculaire permet de répondre à ce compromis. Il existe deux couches musculaires, une superficielle et une profonde (4) (3).

La couche profonde a une visée stabilisatrice. Elle est composée des muscles de la coiffe des rotateurs à savoir le muscle supra-épineux, infra-épineux, subscapulaire et petit rond.

La couche superficielle a une visée mobilisatrice. Ce sont les muscles grand pectoral, grand rond, grand dorsal, deltoïde, le biceps brachial et le triceps brachial.

En effet, les muscles de la coiffe des rotateurs ont une fonction de stabilisation et une fonction de recentrage lors du mouvement qui, lorsqu'ils sont défaillants, entraînent une pathologie. Ils fonctionnent donc en synergie avec les muscles mobilisateurs permettant ainsi un mouvement harmonieux.

Chez le tennisman, certains muscles sont très sollicités lors du service, et il convient de les détailler.

- Le muscle grand pectoral. Il est très puissant. Ses insertions proximales sont au nombre de trois. Le faisceau supérieur prend naissance sur la face antérieure de la moitié médiale de la clavicule. Le faisceau moyen, commence sur le manubrium sternal et descend sur le bord latéral du sternum. Le faisceau inférieur s'insère sur la gaine des grand droit de l'abdomen. Son insertion distale se termine en arrière de la gouttière bicipitale. Il existe donc trois faisceaux qui se relayent dans le mouvement de service. Le faisceau inférieur reste le plus sollicité. La fonction de ce muscle est l'adduction horizontale mais il a aussi une composante rotatoire médiale qui est importante.
- En relation étroite avec celui-ci, il y a le muscle subscapulaire. Il s'insère dans la fosse scapulaire sur toute la face antérieure. Il se termine sur le tubercule mineur. Sa fonction principale est stabilisatrice de la tête humérale mais il est aussi rotateur médial de celle-ci dans la glène.

Au niveau biomécanique, le muscle subscapulaire fonctionne en synergie avec le muscle grand pectoral. En effet, lors de la contraction puissante du muscle grand pectoral, la tête humérale est tractée en avant. Or, afin d'éviter cette traction antérieure, le subscapulaire se contracte en même temps. Par ses insertions et la direction de ses fibres, son action retient la tête humérale dans la glène. En revanche, le muscle grand pectoral a une composante de

rotation médiale, le muscle subscapulaire ne peut répondre par un recentrage car il est lui-même rotateur interne de cette tête. On retrouve donc en cas de sur-sollicitation du grand pectoral, un décentrage qualifié de spin. Si en plus, le subscapulaire est faible par rapport au grand pectoral, on peut retrouver un décentrage antérieur de la tête car celui-ci ne répond plus à sa fonction.

- Le muscle grand dorsal est aussi très important dans la dynamique du service. Il s'insère sur les processus épineux des vertèbres thoraciques 8 jusqu'aux vertèbres lombaires, sur la crête du sacrum et sur le tiers postérieur de la crête iliaque. Il vient se terminer en avant de la gouttière bicipitale. Sa fonction est de mettre la main dans le dos. Il est donc abaisseur de l'épaule et rotateur médial de l'humérus.
- Les muscles supra-épineux et infra-épineux sont très importants. Ils s'insèrent respectivement dans la fosse supra-épineuse et dans la fosse infra-épineuse de la face postérieure de la scapula. Le muscle petit rond prend naissance au niveau de la partie supérieure du bord latéral de la scapula. Ces trois muscles se terminent sur les fossettes de la grande tubérosité humérale, respectivement supérieure, moyenne et postérieure. Leur fonction est de recentrer la tête humérale mais ils ont aussi une composante de rotation externe. Il faut noter que leurs corps musculaires sont petits et pour moitié tendineuse, ce sont donc des muscles qui fatiguent vite en rapport avec le muscle grand pectoral et grand dorsal auxquels ils répondent.

Ceci explique les pathologies d'insuffisance de la coiffe des rotateurs bien connues dans les sports de lancer.

1.3. La proprioception

1.3.1. La proprioception articulaire

Dans son concept, R. Sohier nous décrit « *La puissance musculaire n'est pas uniquement proportionnelle au volume du muscle et à l'état du tonus nerveux du sujet. Elle dépend en premier de la qualité des informations mécanoceptrices reçues par le muscle, c'est-à-dire, à priori, de l'état de congruence parfaite des surfaces articulaires en présence.* » (3)

Les informations mécanoceptrices représentent ce qu'on appelle la proprioception. Elle est permise anatomiquement par le système sensitif.

Le point de départ est le récepteur.

Il y en a différents types pour différentes fonctions. Dans le cas d'une articulation de l'épaule, seuls certains récepteurs ont une réelle fonction, et notamment les corpuscules de Ruffini et Pacini. (6)

- Le corpuscule de Ruffini qui se situe dans la couche profonde de la peau et dans les tissus internes, joue un rôle dans le signalement des déformations persistantes telle que les pressions continues et importantes. Il est retrouvé dans les capsules articulaires et contribue au signalement du degré de rotation articulaire.
- Le corpuscule de Pacini se localise dans la peau et les tissus aponévrotiques. Il détecte les mouvements rapides et les vibrations. Il signale les changements rapides de l'état mécanique des tissus.

Pour ces deux récepteurs, la transmission se fait par des fibres A β qui sont myélinisées et de gros diamètre et conduisent ainsi l'information à de grandes vitesses (30-70 m/s). Le neurone chemine dans le cordon postérieur de la moelle épinière et jusqu'au bulbe où il décroche. C'est ce qu'on appelle la voie lémniscale. Il chemine ensuite jusqu'à l'aire somesthésique du cortex pour que l'information soit traitée.

Le sportif est donc informé très précisément et instantanément sur la position de son articulation. C'est ce qu'on appelle un bio-feedback. Ainsi, lors de la réalisation d'un geste, ce bio-feedback permet de ressentir le geste et si besoin de le corriger.

Pour que l'articulation ne souffre pas, R. Sohier a décrit le rythme biomécanique fondamental (RBF) (7) comme un point qui est commun à toutes les articulations du corps. « *Il est que toute articulation fonctionne à partir d'un rythme séquentiel binaire qui comporte et répète une phase rigidifiante et une phase dérigidifiante* ». Ce qui permet au cartilage de se nourrir et de s'hydrater afin de mieux répondre à sa fonction qui est d'amortir les contraintes et de donner une bonne congruence à l'articulation.

A l'inverse en cas d'appui constant, le cartilage s'en retrouve usé et sa qualité diminue. On retrouve ainsi une pathologie articulaire. Or dans le cas d'un décentrage, un appui continu est retrouvé sur une zone normalement libre. Les informations proprioceptives sont donc modifiées et le geste perd de sa qualité.

L'appui constant peut aussi entraîner une douleur qui va être détectée par les terminaisons libres qui sont des fibres nerveuses terminant au niveau cutané, et par le corpuscule de

Ruffini. La transmission de cette information se fait par la voie extra-lémniscale, qui décupe au niveau de la moelle et remonte dans la voie antérolatérale de la moelle épinière. Cette voie est plus lente (2-40 m/s) et moins précise sur la localisation.

La douleur altère le geste par sa simple présence. Mais elle peut aussi masquer les informations proprioceptives et ainsi le geste perd de sa qualité.

La perte d'information proprioceptive participera ainsi à une diminution de la performance.

1.3.2. La proprioception musculaire

Dans le muscle, il existe aussi des récepteurs qui informent de son état de tension et participe donc à la proprioception articulaire.

- L'organe tendineux de Golgi qui se situe dans les tendons peut être stimulé lors de la phase d'armée au service, car ils sont mis dans une position d'étirement extrême.
- Les fuseaux neuromusculaires sont stimulés lors de la phase de rebond et ainsi envoyer des informations au système nerveux central.

1.4. Physiopathologie

Le service est une arme redoutable dans un match de tennis. Il permet de prendre l'avantage sur l'adversaire lors de la mise en jeu. En match, un joueur de tennis est amené à servir de nombreuses fois. A l'entraînement, l'apprentissage et le perfectionnement du geste est obligatoire et passe par un nombre innombrable de répétitions pluri-hebdomadaires.

1.4.1. Le service : un geste traumatique

Lors du geste de service, on retrouve différentes phases : la phase d'armer, de rebond et de lancer. (cf. annexe n°1)

- La phase d'armer correspond à une position de l'humérus en abduction à 90°, extension de bras et rotation externe maximale. Les structures capsulo-ligamentaires sont donc mise en tension. (figure 1).
- La phase de rebond est une phase retrouvée dans tous les sports de lancer. En fin de phase d'armer, une poussée des jambes favorise la rotation en avant du tronc. En association avec l'inertie du mouvement d'armer, ce geste a pour conséquence d'accentuer la rotation externe



Figure 1 : Geste d'armer au service de tennis

de l'humérus et en se reposant sur la visco-élasticité des muscles et des structures capsulo ligamentaires antérieures, il initie la phase de lancer (8) (figure 2).

- La phase de lancer correspond à une contraction violente du muscle grand pectoral et du muscle grand dorsal, le serveur impacte la balle et réalise une rotation interne de l'humérus. La contraction de ces muscles est d'autant plus importante que la phase de rebond l'est. En effet, lors de l'étirement des structures musculaires, les muscles sont étirés et stimulent donc les fuseaux neuromusculaires qui, en réponse amorcent la contraction musculaire. Pendant cette phase, les muscles de la coiffe des rotateurs se contractent sur un mode excentrique important afin de ralentir le mouvement balistique. (figure 3).



Figure 2 : Phase de rebond au service de tennis



Figure 3 : Geste de lancer lors du service au tennis

Il résulte plusieurs conséquences de la répétition du geste de service et de la recherche de performance : L'étirement capsulo-ligamentaire et la sur-sollicitation musculaire.

1.4.2. La distension capsulo-ligamentaire

L'étirement lors de l'effet rebond (9) est en corrélation avec la force développée car plus il sera important et plus la puissance le sera. Or, en tirant trop sur la capsule, celle-ci se détend et oblige donc le tennisman à aller chercher de plus en plus loin dans la rotation externe pour maintenir sa performance. La capsule se détend peu à peu et ainsi assure moins bien son rôle de stabilisation (10).

L'épaule est susceptible de se décentrer.

1.4.3. Le déséquilibre musculaire

Les muscles grand pectoral, subscapulaire et grand dorsal se contractent en concentrique en développant une force importante (9). En réponse à ces muscles, les antagonistes qui sont la coiffe des rotateurs doivent se contracter sur un mode excentrique. Ils possèdent un faible corps musculaire qui ne peut pas répondre à une sur-sollicitation de cette importance et ils

s'affaiblissent à mesure de la répétition du geste. Il en résulte donc un déséquilibre musculaire qui tire la tête humérale vers l'avant.

L'association de la détente capsulo-ligamentaire et du déséquilibre musculaire crée le décentrage.

On retrouve donc potentiellement un décentrage antérieur dû à la détente capsulo-ligamentaire antérieure et de la traction musculaire (grand pectoral et grand dorsal). Mais aussi un décentrage en spin, dû à l'action de rotation interne des muscles grand pectoral et grand dorsal qui provoquent un dérapage de la tête humérale dans la glène.

1.4.4. Les conséquences du décentrage

Le décentrage a plusieurs répercussions à savoir une perte d'amplitude articulaire et une perte de qualité proprioceptive.

- L'articulation n'est plus dans sa configuration optimale et on observe donc une diminution des amplitudes articulaires. Le geste est donc modifié car le sujet ne peut aller dans certains secteurs articulaires et la performance diminue.
- Les mécanorécepteurs sont moins stimulés et leur information est de moindre qualité. Le geste est donc moins bien perçu, il est modifié.

Il résulte donc du décentrage une diminution de la performance.

Selon R. Sohier, une articulation bien centrée permet un bio-feedback de qualité, nécessaire à une meilleure réponse musculaire.

L'hypothèse de cette étude est de vérifier si un recentrage de l'articulation gléno-humérale permet une amélioration de la performance au service ?

2. Matériel et méthode

2.1. Matériel

Les conditions de mise en place pour l'étude sont les suivantes.

2.1.1. Population

Les clubs de tennis mettent à disposition des joueurs sur lesquels je peux faire mes tests, manœuvres et mesures.

Les critères d'inclusions sont le volontariat.

Les critères d'exclusions sont un niveau trop faible de technique au service, des douleurs au niveau de l'épaule depuis les 6 derniers mois, des douleurs au moment des mesures, des antécédents de chirurgie à l'épaule.

Enfin, ceux qui ne possèdent pas de décentrage pourront être inclus dans l'étude. En effet, il est intéressant de connaître la proportion de sujet décentrés dans le club par rapport à la population totale.

2.1.2. Outils de mesure

Les mesures sont réalisées sur les terrains de tennis dans les clubs. Tous sont couverts. Ils répondent aux réglementations de la Fédération Française de Tennis.

Le radar utilisé, de marque SpeedTrac®, permet de mesurer la vitesse de la balle en kilomètre par heure. L'écart de détection de la vitesse atteint au maximum 199 Km/h. La précision de mesure indiquée par le constructeur est de $\pm 2-3$ Km/h. L'utilisation du même radar dans les différents clubs permet d'éviter des écarts de mesure et d'utilisation.

Le radar est positionné à un mètre de distance du filet et à deux mètres de la ligne extérieure du carré de service.

Le joueur réalise le service avec sa propre raquette. Elles sont différentes pour chaque joueurs.

Les balles utilisées sont fournies par le club, elles sont identique pour tous les joueurs.

Les différentes manipulations manuelles sont réalisées sur les joueurs qui doivent être détendus, ils sont donc installés assis sur une chaise.

2.2. Méthode

2.2.1. Description du protocole

Dans la réalisation du protocole, la mesure de la vitesse est évaluée par un radar. La précision est mesurée par le nombre de balles qui sont servies dans le carré de service.

Avant de commencer la collecte des mesures, les joueurs répondent à un questionnaire sur des données concernant le classement, âge, poids, sexe afin de déterminer les

caractéristiques de l'échantillonnage (cf. *annexe n°2*). Il leur est demandé s'ils ont des douleurs.

L'entraîneur ne devra pas être présent pour ne pas influencer l'étude.

Le déroulement du protocole est réalisé comme suit.

1- Détection de la présence ou non de décentrage chez les tennismen.

Avant la séance d'échauffement, réalisation des manœuvres test chez les volontaires afin de déterminer les joueurs centrés et les joueurs décentrés.

2- Répartition des joueurs dans les différents groupes.

Les joueurs centrés sont assignés dans le groupe A.

Chez les joueurs décentrés, un tirage au sort est réalisé pour les répartir dans le groupe B ou C.(cf. Figure 4).

Groupe A : sujet ne présentant pas de décentrage.

Groupe B : sujet présentant un décentrage et qui ne sera pas corrigé par des manœuvres de recentrage.

Groupe C : sujet présentant un décentrage et qui sera corrigé par des manœuvre de recentrage.

3-Echauffement des joueurs avant le service

Les joueurs réalisent une séance d'échauffement classique qui correspond à des échanges sans puissance dans les carrés de service. Puis, les joueurs réalisent quelques échanges coup droit, revers. Enfin, ils terminent par quelques services en douceur où ils se concentrent sur le geste pour terminer sur des services de plus en plus appuyés. La séance dure une dizaine de minutes.

4-Première mesure des performances des joueurs au service.(cf. *annexe n°3*)

Le sujet réalise cinq services avec pour consigne : «faites un service à plat (fort) comme si c'était une première balle de service en match ».

Le serveur doit être placé à un mètre à droite de la marque centrale.

Les valeurs de la vitesse sont notées.

Quand le service est faux la vitesse est notée en vert.

Dans le cas d'une faute directe au filet, il est noté F et compte pour un essai.

Nous prenons ainsi en compte la précision et la vitesse qui sont tous deux nécessaires pour quantifier la performance.

5-Réalisation de manœuvres de recentrage pour le groupe C

Si le sujet est dans le groupe C, les manœuvres de recentrage articulaire sont réalisées sur le joueur.

Pour les groupes A et B, qui ne seront pas recentrés, un temps d'attente de deux minutes est demandé aux joueurs entre les deux séances de service.

Ce temps d'attente de deux minutes correspond au temps nécessaire pour les manipulations réalisées sur le groupe C .

6-Deuxième mesure des performances au service

Tous les joueurs refont cinq services avec la même consigne, et les valeurs de la vitesse sont notées dans les mêmes modalités.

7-Evaluation de la pérennité du recentrage

Après les cinq derniers services effectués par les joueurs du groupe C, des manœuvres test sont à nouveau réalisées afin de contrôler si le recentrage articulaire à tenu ou si leur épaule s'est à nouveau décentrée.

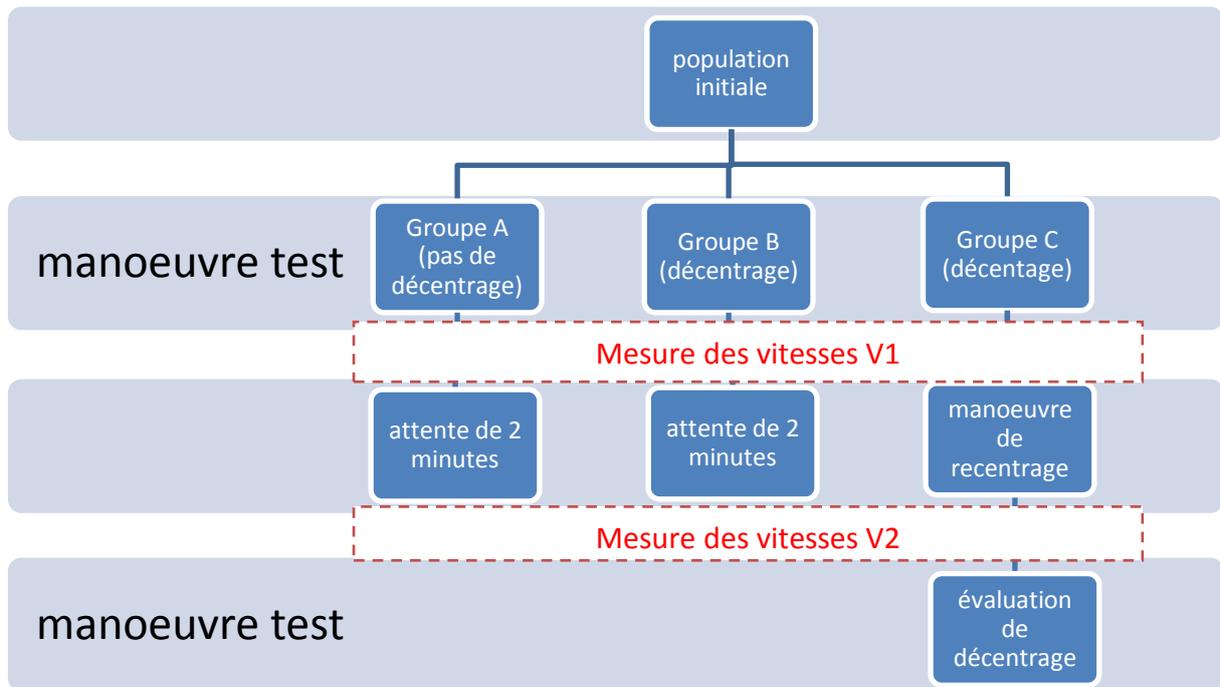


Figure 4 : Description du déroulement de l'étude pour chacun des groupes

Les différents tests sont réalisés d'une manière très précise décrite par R. Sohier.

2.2.2. Les manœuvres tests

Elles consistent à évaluer une amplitude articulaire et à juger le type d'arrêt d'un point de vue athroceptif ou nociceptif (arrêt mou, élastique ou dur). (5)

« Le décentrage vers le haut de la tête humérale s'évalue par une abduction activo-passive du bras, coude fléchi, effectuée dans le plan de la scapula sans aucune composante de rotation... Tout décentrage vers le haut engendre un pré-contact au niveau de l'acromion, arrêt dit à contact dur qui doit être interprété dès l'instant où la moindre résistance survient au cours de la mobilisation. » (5)(figure 5).



Figure 5 : Manœuvre test de décentrage supérieur

« Le décentrage vers l'avant de la tête humérale s'évalue en référence au type d'arrêt de fin de course au cours de la voie antérieure de passage. Le mouvement s'effectue en activo-

passif, coude fléchi. La limitation provient d'un appui céphalique à la partie antérieure du bourrelet, ce qui va nous conduire à deux types de technique de repositionnement selon la sévérité du décentrage antérieur. » (figure 6).



Figure 6 : Manœuvre test du décentrage antérieur

« Le décentrage en rétroversion de la tête humérale s'objective par une abduction passive du bras effectuée dans un plan oblique arrière. Coude fléchi, une main du thérapeute stabilisant l'omoplate, l'abduction passive du bras est réalisée dans un plan de 30 à 40° plus postérieur que celui du corps de l'omoplate. En cas de décentrage en rétroversion, la grosse tubérosité vient coincer à la partie antérieure de la voûte acromiale alors que l'interligne reste largement dégagé à sa partie postérieure.» (3) (figure 7).



Figure 7 : Manœuvre test de décentrage en spin

Les manœuvres correctrices se succèdent avec le même ordre selon une réalisation définie par R. Sohier.

2.2.3. Les manœuvres correctrices

L'articulation doit être mise dans une position de détente aussi bien capsulo-ligamentaire que musculaire qui dépend du recentrage à réaliser.

De plus, chaque manœuvre est composée de trois temps afin de ne pas solliciter de contractions musculaires de défense, ce qui pourrait interférer avec notre correction.

Le premier temps est appelé *pré-tension*. Il correspond à la prise de contact et c'est une légère pression de 20 grammes tout au plus.

Le second temps est la *tension* : par une légère augmentation de la pression, le thérapeute comprime les parties molles afin d'accéder à l'articulation.

Enfin le dernier temps correspond à la *sollicitation* : par une manœuvre douce et progressive, le thérapeute déclenche la correction. Celle-ci doit être tangentielle à l'articulation.

Le recentrage de la tête humérale n'est pas globale mais analytique et respecte une progression définie. En effet, on opère chronologiquement par le décentrage vers le haut de la tête, puis le décentrage antérieur pour terminer par le décentrage de la rétroversion.

Pour toutes les manœuvres, le patient doit être détendu. Il est donc installé assis sur une chaise. La température où sont réalisées les manœuvres doit être agréable pour éviter toutes mini-contractions intempestives de frémissements.

Le recentrage de la tête humérale ascensionnée. « *La main correctrice agit juste en dehors du rebord externe de l'acromion. La main au coude supporte le poids du bras, sans composante tractante..La compression verticale, parallèle à la surface glénoïdienne, engendre une composante de cisaillement qui recentre l'article vers le bas. Cette poussée s'effectue selon le rythme en trois temps que nous avons décrit.*



Figure 8 : Manoeuvre de recentrage de la tête ascensionnée

La répartition de la main correctrice sur les structures tubérositaires permet une sollicitation indolore qui laisse le deltoïde en parfaite détente. Le patient doit tourner la tête vers l'épaule soignée si l'on veut que la décontraction musculaire soit parfaite. » (figure 8).

Le recentrage de la tête humérale antériorisée. « *Le bras est soutenu par la prise de main au coude. Le modelage est réalisé au niveau de l'épiphyse par la main localisée à l'épaule. Les poussées manuelles se donnent vers l'arrière. La compression du tendon du long chef du biceps doit à tout prix être évitée au cours de ces manœuvres. »(figure 9).*



Figure 9 : Manoeuvre de recentrage de la tête antériorisée

Le recentrage de rétroversion de la tête humérale.
(figure 10).

Elle s'effectue « en réalisant un dérapage d'antéversion de la tête humérale. Le bras est amené passivement en position d'abduction à 70°. Au début de la manœuvre, la main placée au coude supporte le membre supérieur sans autre action.la main localisée à l'épaule, les métacarpiens placés juste sous l'interligne acromio-tubérositaire, réalisent une légère

redescende de l'épiphyse humérale prolongée par une sollicitation de rotation externe de celle-ci. Cette composante s'obtient par une force de torsion localisée en arrière de l'axe longitudinal de la diaphyse humérale de manière à réaliser un glissement de rotation externe de l'article. Au moment où s'effectue cette torsion, le thérapeute continue à soutenir l'abduction du bras mais laisse l'avant-bras partir en hors aplomb. Le poids de celui-ci détermine ainsi une rotation interne de la partie distale de l'humérus alors que, d'une manière synchrone, l'épiphyse dérape en rotation externe. » (3)



Figure 10 : Manœuvre de recentrage de la tête en spin

2.3. Analyse des données

Elles sont exprimées sous forme de moyenne, écart-type et pourcentages. Les comparaisons entre deux pourcentages sont effectuées avec le z-test. Le seuil de significativité retenu est $p < 0.05$. L'exploitation des données est réalisée avec SigmaPlot 11.0 et le tableur Excel[®]

3. Résultats

3.1. Population et décentrage

Tous les joueurs de tennis testés présentent un décentrage en spin.

Le groupe A (sujets ne présentant pas de décentrage) se trouve donc sans effectif.

La population étudiée, 19 joueurs, a été donc répartie dans les groupes B et C par tirage au sort : 8 joueurs constituent le groupe B et 11 joueurs constituent le groupe C.

Si dans le groupe B tous les joueurs ont un décentrage antérieur, 91% des joueurs dans le groupe C présente ce décentrage.

25% des joueurs du groupe B ont un décentrage supérieur et 36% chez le groupe C.(cf. Tableau I)

Tableau I :Tableau récapitulatif des décentrages retrouvés dans chaque groupe en %

| Décentrage | Groupe B (n=8) | Groupe C (n=11) |
|------------|-------------------|--------------------|
| Antérieur | 100% | 91% |
| Spin | 100% | 100% |
| Supérieur | 25% | 36% |

Le classement des 19 joueurs va du niveau 30/3 jusqu'au niveau 15.

Les caractéristiques de la population ne présentent pas de différences significatives comme présenté dans le tableau II.

Tableau II : Tableau récapitulatif des caractéristiques de la population

| | Groupe B (n=8) | Groupe C (n=11) |
|------------------------------|-------------------|--------------------|
| Poids (Kg) | 58 ± 15,2 | 54,6 ± 13,7 |
| Taille (cm) | 169,5 ± 13,1 | 167 ± 14,6 |
| Années d'expériences | 14 ± 11,3 | 10,3 ± 7,6 |
| Nombre heures d'entrainement | 3,1 ± 1,2 | 2,5 ± 0,8 |

3.2. Les mesures de la précision et de la vitesse de services des groupes B et C

Les résultats portent sur la performance qui regroupe la précision et la vitesse.

La précision du groupe B lors du premier essai est de 52,5% de balles bonnes et de 45% lors du second essai.

En ce qui concerne le groupe C, le premier essai fait ressortir 45,5% de balles bonnes et de 54,6% lors du second essai.(figure 11).

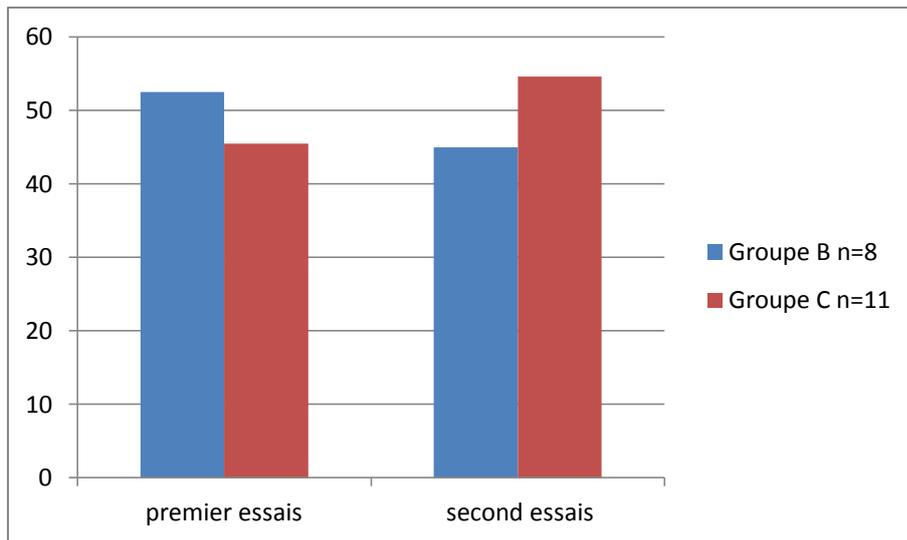


Figure 11 : Résultats de la précision (en %) pour les groupes B et C après leur premier et leur second passage au service.

La vitesse maximum moyenne du groupe B est de 96,25 Km/h lors du premier essais et de 89,37 Km/h lors du second.

La vitesse maximum moyenne du groupe C est de 73,2 Km/h au premier essais et de 87,91 Km/h lors du second.(figure 12).

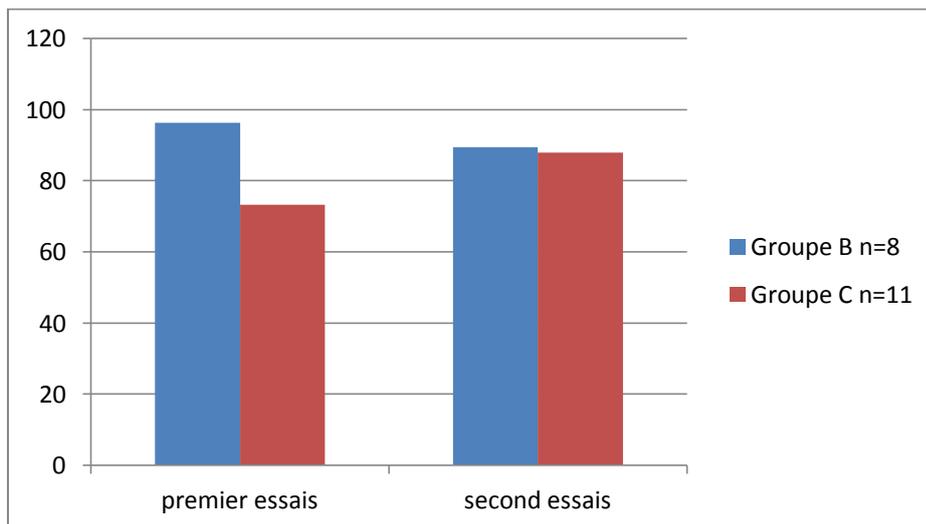


Figure 12 : Résultats des moyennes des vitesses (Km/h) pour les groupes B et C après leur premier et leur second passage au service.

3.3. Les résultats liés au décentrage de l'épaule

Lors de mes manœuvres test réalisées en fin de séance, les décentrages initiaux sont retrouvés chez tous les joueurs pour qui des manœuvres de recentrage ont été effectuées.

4. Discussion

4.1. Interprétation des résultats

Le recentrage n'a pas augmenté de manière significative la performance au service tant au niveau de la vitesse que de la précision.

La population est de faible effectif dans les deux groupes et on observe une dispersion importante au niveau de ses caractéristiques. Cependant, l'analyse statistique des deux populations ne montre pas de différences significatives entre elles.

En ce qui concerne la précision, les résultats ne font pas émerger de tendance. Le groupe B comme le groupe C ne présentent pas de variation significative. Nous pouvons émettre l'hypothèse qu'un nombre d'essais plus important, par exemple 10, aurait permis l'émergence d'une tendance.

De même l'analyse de la vitesse ne permet pas de dégager une tendance et ce pour les mêmes raisons. La moyenne des meilleures vitesses du premier essai du groupe C est fortement diminuée (73,2 Km/h). Cela est expliqué par le fait qu'un des joueurs du groupe n'a pas réussi un seul service lors des cinq essais.

Le recentrage articulaire n'a pas tenu à la fin de l'étude. Or il est impossible de savoir quand l'épaule s'est de nouveau décentrée. Ce peut être dès le premier service qui faisait suite au recentrage ou le décentrage peut avoir eu lieu progressivement. Ceci influence les résultats car le sujet retourne dans son schéma proprioceptif, articulaire et musculaire initial.

Enfin, il est intéressant de noter que le groupe A qui représente les joueurs ne présentant pas de décentrage a un effectif nul. Tous les joueurs de tennis testés pour les besoins de cette étude possèdent une épaule décentrée. Ainsi, la pratique du tennis pourrait favoriser l'apparition d'un décentrage, et ce de manière précoce. Par exemple, dans cette étude, un enfant de 10 ans après 4 ans de tennis en loisirs (1 heure par semaine) présente déjà un décentrage.

4.2. Critique de la méthodologie

Lors de la prise de mesure, le radar donne la vitesse en kilomètres par heure. La précision est de trois chiffres sans aucune décimale. Il arrive qu'il ne mesure pas la vitesse et il est donc demandé au serveur de recommencer. Le serveur réalise ainsi six services et on sort donc du

protocole. Cependant, les joueurs qui ont eu à servir 6 fois n'ont pas été identifiés lors des recueil de données, ce qui constitue un biais dans l'analyse des résultats.

Dans le protocole, il est précisé que l'affichage du radar n'est pas accessible pour le tennisman afin d'éviter l'influence des différentes valeurs successives. Cependant, à plusieurs reprises, certains tennismen ont exprimé un sentiment à l'égard du compteur. Ils précisent après leur passage que le radar les influence et qu'ils cherchent à mettre plus de vitesse que pour une première balle classique. L'influence du radar est d'autant plus importante que les sujets sont jeunes et ils n'arrivent pas à faire abstraction de celui-ci.

Les joueurs sont dans un schéma de coordination où ils sont habitués au quotidien avec leur épaule décentrée. En ré-harmonisant l'articulation, on peut émettre l'hypothèse que les joueurs sortent de leur schéma et trouvent leur coordination musculaire changée. Or la coordination est un point très important dans la performance au service. Ce point expliquerait que les résultats ne montrent pas d'amélioration immédiate. Une musculation adéquate permettrait une pérennisation du recentrage. Ainsi le joueur s'habituerait à son nouveau schéma. Etant dans de meilleures conditions proprioceptives, ceci permettrait à terme, d'augmenter la performance.

Certains auteurs montrent un gain de force immédiatement après recentrage. Cependant, au niveau de l'épaule, la mesure de la force est réalisée par un dynamomètre à faible variation de longueur où le sujet est installé en position assise. Cette manière de mesurer la force reste analytique et très éloignée du geste sportif. (11)

Pour mener à bien l'étude et dans le but d'avoir le moins de variations possibles, les mesures sont réalisées sur le geste de service. En effet, le joueur part d'une position qui ne dépend que de lui par rapport à un coup droit où le joueur est en mouvement et doit se positionner face à une balle qui arrive aléatoirement et à laquelle il doit s'adapter (9).

Le choix du service est important. Il existe trois services différents, le slice, le chopé et le service à plat (9) (12). En fonction de la stratégie du joueur, celui-ci pratique préférentiellement un service plutôt qu'un autre, les conséquences biomécaniques de chacun vont se répercuter sur le décentrage retrouvé. Il aurait été intéressant de demander aux joueurs quel service ils pratiquent le plus souvent afin de le mettre en relation avec le

décentrage retrouvé. Le service à plat permet une plus grande vitesse et moins de force de décentrage contrairement aux deux autres qui sont très sollicitants en rotation interne et donc source de décentrage. Etant donné que l'objectivation du gain de force par le recentrage passe par la mesure de la vitesse, il est pertinent de choisir le service à plat. De plus celui-ci engendre moins de force de décentrage et donc les manœuvres pourraient hypothétiquement tenir plus longtemps. En revanche, les joueurs qui pratiquent habituellement un des deux autres types de service peuvent être sujets à un phénomène d'apprentissage, ce qui constituerai un biais.

Le décentrage articulaire est le résultat d'un processus qui met du temps à s'installer. Même si juste après la manœuvre de recentrage, on observe une amélioration, celle-ci n'est ni complète, ni durable. En effet, je suppose que la correction se fait en plusieurs séances successives et nécessite d'être associée à des exercices musculaires. On remarque dans les résultats, que le décentrage est de nouveau retrouvé en fin de séance. De plus, le lieu n'est pas propice à ce type de manœuvre. *« pour être efficace, les manœuvres de recentrage de la tête humérale doivent être réalisées dans des conditions telles que les structures périarticulaires ne s'opposent pas à la réharmonisation biomécanique, ce qui sous-entend la décontraction musculaire... »* (3). La détente des joueurs est donc nécessaire, pour certains, elle n'a pas été totalement obtenue. De plus, les manœuvres sont réalisées dans le gymnase et pendant l'hiver, des contractions intempestives de frémissement viennent donc contrarier ma correction. On peut supposer que les manœuvres ne sont pas réalisées dans de bonnes conditions de détente pour être efficaces.

Etudiant en troisième année, j'ai réalisé différents stages où l'on m'a présenté la méthode Sohier et où j'ai pu tester les différentes manœuvres. La description du livre de kinésithérapie analytique de l'épaule m'a permis d'avoir une idée précise des différentes manœuvres. Même avec une pratique régulière sur des collègues, je n'ai pas suivi la formation. J'apparais comme novice au niveau du ressenti comme au niveau de l'efficacité de recentrage. Pour ces différentes raisons techniques et environnementales, les manœuvres de détection comme de correction sont donc critiquables quant au résultats qui en découlent.

L'aspect proprioceptif est un point important de ce concept surtout dans la réalisation d'un geste sportif qui demande une coordination importante. Il aurait été judicieux de prendre en compte le ressenti des joueurs avec un questionnaire faisant suite à la prise de mesures.

Etant donné que nous comparons une différence entre les vitesses de la première série et la seconde chez un même sujet, nous supprimons de nombreux biais tels que la taille, le niveau, le matériel, et tout ce qui peut influencer les résultats d'un joueur à l'autre au niveau intrinsèque. En revanche, les facteurs extrinsèques tels que les encouragements de l'entraîneur insistant plus sur certains joueurs que d'autres, corrigeant leur geste et les motivant, ou la présence des autres joueurs qui engendre une ambiance de compétition à laquelle chacun réagit différemment sont des influences psychologiques non négligeables sur la performance. Il aurait été préférable d'avoir un terrain isolé et de faire passer les joueurs à tour de rôle.

Durant l'étude, la limitation du recentrage à l'articulation gléno-humérale est critiquable dans le sens où le complexe de l'épaule regroupe cinq articulations comme il l'est précisé en introduction. En effet, lors du recentrage articulaire de la gléno-humérale, les derniers degrés d'amplitude de l'élévation antérieure sont récupérés par la ré-harmonisation de l'articulation acromio-claviculaire. (5) De plus l'aspect cervical est intimement lié à ce complexe et il n'est pas pris en compte ici. Enfin, la scapula et le rythme scapulo-thoracique dans la dynamique articulaire de l'épaule sont des points qui n'ont pas été développés et qu'il aurait peut être fallu explorer afin de mettre en lien une scapula mal positionnée ou hypo-mobile avec le décentrage.

4.3. Perspectives

La phase de lancer utilise les muscles rotateurs internes (RI) en concentrique et les muscles rotateurs externes (RE) sont sollicités en excentrique afin de ralentir le geste en fin de mouvement. C'est le ratio dit mixte, il est défini par le rapport des performances musculaires RE excentrique / RI concentrique. Forthomme B. (13) a comparé le ratio mixte entre une population sédentaire et les joueurs de tennis de haut niveau et décrit dans ses résultats une diminution de ce ratio chez les sportifs $1,10 \pm 0,17$ par rapport à la population sédentaire $1,30 \pm 0,27$.

La diminution du ratio mixte traduit un déséquilibre musculaire entre RI et RE qui est expliqué par une sollicitation des muscles puissants RI et de l'usure et de la fatigue des muscles RE (14). En association avec la distension de la capsule, l'épaule se décentre.

La ré-harmonisation articulaire correspond au recentrage de l'articulation dans sa position optimale. Cependant, nous avons vu qu'une des causes du décentrage est le déséquilibre musculaire. On peut donc supposer que si on ne corrige pas ce déséquilibre, l'épaule ne restera pas en position optimale et que le recentrage ne sera que temporaire. Nous pouvons émettre l'hypothèse qu'en plus d'une ré-harmonisation articulaire, il soit nécessaire de réaliser une ré-harmonisation musculaire. En effet, faisant suite au repositionnement des surfaces articulaires, R. Sohier débute une tonification des muscles de la coiffe des rotateurs dans des positions de stabilité de l'épaule. (5)

Les muscles RE étant faibles, il conviendrait de les renforcer tant en force qu'en endurance. Fonctionnellement, ils travaillent sur un mode excentrique et notre renforcement devrait donc respecter cet aspect afin d'être efficace. Cependant, une étude montre qu'un renforcement de la coiffe des rotateurs sur un mode concentrique ou sur un mode excentrique n'apporte pas de différence au niveau de la performance au service. (14) Le renforcement des muscles de la coiffe des rotateurs, qu'il soit excentrique ou concentrique leur permet tout de même de mieux répondre à leur fonction et diminue ainsi le risque de blessure. (14) (15)

De plus, le service est un mouvement qui prend en compte tout le corps partant du pied jusqu'au bout du bras (12) et il convient de rééquilibrer celui-ci de bas en haut et ne pas se limiter à l'articulation de l'épaule.

5. Conclusion

R. Sohier a élaboré un concept, une manière d'aborder la kinésithérapie. Il a décrit des techniques qui découlent de sa vision. Celles-ci nécessitent d'être étudiées afin de montrer leur efficacité. Le protocole ici réalisé est une tentative pour démontrer l'apport de ces techniques dans le champ de la kinésithérapie. Les résultats ne permettent pas de dégager une tendance sur l'efficacité des techniques quant à l'amélioration de la performance au service chez des joueurs de tennis. Des études complémentaires avec un protocole

musculaire adapté et un programme de recentrage articulaire défini sur plusieurs séances pourrait permettre de dégager des résultats significatifs. Ainsi, passant du concept vers une faisabilité scientifique avérée, les techniques de ré-harmonisation articulaire et musculaires de R. Sohier deviendraient un outil dans l'application des techniques du masseur-kinésithérapeute dans le milieu du tennis.

Références bibliographiques

1. **M. Gross, M. Haye, R. Sohier.** Le concept Sohier. *EMC*. Elsevier Masson SAS, 2008, Vol. Kinésithérapie-Médecine Physique-Réadaptation, 26-090-A-10.
2. **Haye, M.** La kinésithérapie analytique, thérapie manuelle selon le concept de Sohier. *Profession Kinésithérapeute*. juin 2007.
3. **Sohier, R.** *Kinésithérapie de l'épaule*. La Louvière, Belgique : Kiné-Sciences, 1985.
4. **Kamina, P.** *Précis d'Anatomie Clinique*. Paris : Maloine, 2005. Tome I.
5. **Sohier, R.** Kinésithérapie analytique de l'épaule. *Kinésithérapie, La Revue*. Elsevier Masson SAS, 2010, Vol. 97, p.38-48.
6. **Hall, Guyon.** *Précis de Physiologie Médicale*. Padoue, Italie : Piccin, 2003.
7. **Sohier, R.** Le rythme biomécanique fondamental. *Kinésithérapie Scientifique*. mai 2004, Vol. n°444, p.37-40.
8. **Elliott, B.** Biomécanique et geste de frappe : implication pour l'entraîneur de tennis. *ITF coaching and sport science review*. Juillet 2001, 24.
9. **Geoffrey D. Abrams, Alison L. Sheets, Thomas P. Andriacchi, Marc R. Safran.** Review of tennis serve motion analysis and the biomechanics of three serve types with implications for injury. *Sports Biomechanics*. Routledge, November 2011, Vol. 10, p.378-390.
10. **P. Edouard, P. Calmels.** Adaptation de la force isocinétique des muscles rotateurs de l'épaule à la pratique sportive. *Journal de Traumatologie du Sport*. Elsevier Masson SAS, 2012, p.86-90.
11. **M. Boisdequin, R. Sohier, M. Haye.** Les expérimentations qui confirment l'efficacité de la réharmonisation biomécanique en référence à la précision et à la force du gestuel. *Kinésithérapie Scientifique*. Janvier 2001, Vol. n°407, p.4-12.
12. **M. Kovacs, T. Ellenbecker.** An 8-Stage model for evaluating the tennis serve : implication for performance enhancement and injury prevention. *Sport Physical Therapy*. Nov.Dec. 2011, p.504-512.
13. **B. Forthomme, J-M. Crielaard, J-L. Croisier.** *Exercice musculaire excentrique. Concept d'équilibre agoniste/antagonistes de l'épaule : analyse critique*. Paris : Masson, 2009. p.61-68.
14. **G. Golzan, L. Bensoussan et al.** Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau (natation, volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique : comparaison entre épaule dominante et non dominante. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*. Elsevier Masson SAS, 2005, Vol. 49, p.8-15.

15. **Michael A. Mont, David B. Cohen, Kevin R. Campbell.** Isokinetic concentric versus eccentric training of shoulder rotators with functional evaluation of performance enhancement in elite tennis players. *The American Journal Of Sports Medicine.* 1994, Vol. 22, p.513-517.

16. **Frank A. Treiber, Jason Lott, Jewell Duncan.** Effects of theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis player. *The American Journal Of Sports Medicine.* 1998, Vol. 26, p.510-515.

Annexe 1



Annexe 1 : Récapitulatif du geste de service au tennis

Annexe 3

| n° joueur | mesure des 5 V1 | | | | | mesure des 5 V2 | | | | | Décentrage | | | groupe |
|-----------|-----------------|--|--|--|--|-----------------|--|--|--|--|------------|------|-----|--------|
| | | | | | | | | | | | ant | spin | sup | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Annexe 3 : fiche de recueil des résultats