

MINISTÈRE DE LA SANTÉ

RÉGION LORRAINE

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE

DE NANCY

# **POWERBALL PEUT-IL RIMER AVEC EPAULE ?**

Mémoire présenté par **Charles MONTEIRO**

étudiant en 3<sup>ème</sup> année de masso-kinésithérapie

en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat

de Masseur-Kinésithérapeute.

2009-2010.

## SOMMAIRE

### RESUME

<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. RAPPELS .....</b>	<b>2</b>
2.1. RAPPELS BIOMECANIQUES : .....	2
2.2. RAPPEL ISOCINETIQUES : .....	4
2.3. POWERBALL : .....	6
<b>3. MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>8</b>
3.1. OBJECTIFS : .....	8
3.2. POPULATION : .....	8
3.3. MATERIEL : .....	9
3.4. REALISATION DES TESTS : .....	9
3.5. PROTOCOLE : .....	11
<b>4. RESULTATS.....</b>	<b>15</b>
4.1 ANALYSE DESCRIPTIVE : .....	15
4.2 ANALYSE QUANTITATIVE : .....	18
4.3. ANALYSE QUALITATIVE : .....	23
<b>5. DISCUSSION :.....</b>	<b>23</b>
<b>6. CONCLUSION .....</b>	<b>28</b>

## RESUME

Le but de notre étude est de mettre en évidence les effets du système Powerball sur les muscles de la coiffe des rotateurs de l'épaule. Notre échantillon compte 35 personnes. Chaque sujet a dû suivre un entraînement de 16 jours, à raison de 10 minutes par jour. Un test de force, réalisé avec un dynamomètre isocinétique, a précédé et suivi la période d'entraînement.

Les résultats statistiques montrent qu'il n'y a pas un renforcement significatif des muscles la coiffe des rotateurs. Certains biais dans notre étude ne permettent pas d'extrapoler les résultats à la population.

Par ailleurs il nous semble intéressant de mettre en avant un effet proprioceptif de la Powerball sur l'épaule.

### Mots clés :

- Powerball,
- Renforcement,
- Coiffe des rotateurs.

## 1. INTRODUCTION

Les différentes techniques proposées dans la rééducation de la coiffe des rotateurs sont principalement basés sur des exercices associant une résistance fixe (système poids poulie, élastiques...) ou une résistance manuelle qui reste très subjective. (11)

Il existe aussi des méthodes de rééducation par isocinétisme, mais le fort coût du matériel les rend difficile d'accès au quotidien.

Aujourd'hui NSD® avec leur système Powerball® propose un matériel facile d'accès, dont la résistance est fonction de la force que l'utilisateur est apte à développer.

Les concepteurs annoncent un renforcement global du membre supérieur (Annexe I). Cependant les différentes recherches effectuées sur PubMed, PEDrO et Kinedoc avec les mots Powerball®, Spinball® et gyroscope n'ont révélé aucune étude démontrant cet effet.

Nous nous proposons donc de vérifier que le système Powerball® (P.B.) est bien capable de renforcer les muscles de l'épaule et plus particulièrement les muscles de la coiffe des rotateurs.

## 2. RAPPELS

### 2.1. Rappels biomécaniques :

F. BONNEL dit : « L'épaule peut être considérée comme un véritable « muscle » et non comme une articulation proprement dite » (1)

Cette phrase exprime l'importance des dix-neufs muscles qui entourent les cinq articulations qui composent le complexe de l'épaule. Ce complexe articulaire permet de joindre le squelette appendiculaire au squelette axial. (2)

Cette étude porte plus spécifiquement sur l'articulation gléno-humérale, mais un bon fonctionnement de l'épaule est conditionné par une harmonie entre l'articulation sterno-costoclaviculaire, acromio-claviculaire, scapulo-thoracique, sous-acromiale et gléno-humérale. Le tout étant aussi sous la dépendance du rachis cervico-thoracique qui entretient des liens étroits avec l'épaule. (9) (Annexe II)

La gléno-humérale est un compromis entre mobilité et stabilité. Le système capsulo-ligamentaire est tirailé dans ce compromis car il doit assurer une certaine stabilité passive et à la fois permettre cette grande mobilité nécessaire aux mouvements du membre supérieur. La capsule articulaire ne peut donc pas assurer à elle seule le maintien en contact des surfaces articulaires en toutes conditions. (10)

A l'intérieur de la capsule articulaire règne une pression négative (pression de Weber) qui joue un rôle minime dans la stabilité.

La majeure partie de la stabilité de l'épaule est assurée par une musculature qui représente 1/3 du total des muscles du M.S. Ces muscles sont disposés en continuité les uns avec les autres et avec les différents éléments osseux. (2) (Annexe II)

Ceux-ci sont bien souvent classés en fonction de leurs actions analytiques. Mais en réalité ils agissent tous en co-action à différents degrés de mouvement. (6) Certains muscles ont, de par leurs insertions, des actions plus motrices et d'autres plus stabilisatrices. Parmi ces muscles stabilisateurs, ceux qui agissent sur l'articulation gléno-humérale sont regroupés sous le nom de coiffe des rotateurs en deux groupes :

- Une coiffe anatomique : supra-épineux, infra-épineux, sub-scapulaire, chef long du biceps brachial (C.L.B.B.), petit rond.
- Une coiffe fonctionnelle : supra-épineux, infra-épineux, sub-scapulaire, C.L.B.B., grand pectoral, grand dorsal, grand rond.

La coiffe des rotateurs (C.D.R.) assure le maintien des surfaces articulaires les unes contre les autres en statique, mais elle a aussi un rôle très important en particulier lors de mouvements d'abduction (A.B.D.).

En effet, le deltoïde (muscle composé de sept faisceaux) ne pourrait assurer son rôle sans l'action combinée des muscles de la C.D.R. Les décompositions de force du deltoïde montrent que son action tend à décentrer la tête humérale en haut et en dehors (10). Ce muscle ayant tendance à être fort, cela peut expliquer la survenue de conflits sous acromiaux.

La C.D.R. va générer une force d'abaissement qui engendre un point fixe par la contraction de ses différents constituants (et non par l'unique action du supra-épineux) à des moments précis, ce qui combinée à l'action du deltoïde donne un couple de rotation entraînant l'A.B.D. de la gléno-humérale. Les muscles rotateurs ont une action maximale à 60° d'A.B.D. (en particulier pour le supra-épineux selon Inman.) (10) (Annexe II)

La C.D.R. permet le centrage de la tête humérale dans la glène ; son action d'abaissement permet de contrer la tendance à l'ascension de la tête. L'excentration résulte de l'action du deltoïde et des conformations des surfaces articulaires. La tête qui est convexe roule dans la

glène qui est concave lors de l'abduction, cela entraîne une excentration de la tête vers le haut. L'action de la C.D.R. entraîne un glissement vers le bas qui maintient la tête humérale centrée. (6) (Annexe II) Si la C.D.R. est déficiente (en force ou en fonctionnement proprioceptif) cela augmente les risques de conflit avec l'articulation sous acromiale. (6)

La C.D.R. joue donc un rôle fondamental dans la cinétique du M.S. Sa bonne santé permet d'éviter au maximum les risques de conflits. Mais il ne faut pas oublier que l'épaule est un complexe dans lequel entrent en jeu de nombreux facteurs musculaires, articulaires, ligamentaires et proprioceptifs.

## **2.2. Rappel isocinétiques :**

Les dynamomètres isocinétiques ont initialement été développés pour répondre aux besoins de la N.A.S.A. Les astronautes avaient besoin d'un système de renforcement musculaire indépendant de la pesanteur afin de lutter contre l'amyotrophie. (3)

En 1967, Hislop et Perrine introduisent le concept d'isocinétisme. Il est basé sur deux principes fondamentaux :

### La maîtrise de la vitesse :

Le dynamomètre isocinétique applique en tous points du mouvement une vitesse angulaire constante définie au préalable.

Les vitesses sont séparées en trois catégories :

vitesse lente (0 à 60°/secondes) ;

vitesse moyenne (60 à 180°/secondes) ;

vitesse rapide (supérieur à 180°/secondes).

Le sujet ne peut pas dépasser la vitesse prééglée, mais l'effort ne devient mesurable et significatif que lorsque celle-ci est atteinte. (3)

Un asservissement de la résistance :

La résistance varie et s'auto-adapte en tout point de l'amplitude disponible (ou définie). Elle permet ainsi aux muscles de développer un effort maximal à tout moment. Si une perte fugace de force intervient pour quelque raison que ce soit, le dynamomètre, par un système de boucle de rétrocontrôle, diminue instantanément la résistance.

Le dynamomètre isocinétique est donc basé sur le principe d'action-réaction. Il n'impose que la vitesse de mouvement, la résistance se fait en fonction de la force que peut développer le sujet. Cette résistance est produite par un frein électromécanique (le plus souvent) ou hydraulique. Un rétrocontrôle est effectué entre l'action effectuée et l'information reçue tous les cent centièmes de seconde le plus souvent, ce qui permet un réglage fin et précis de la résistance. (4)

Si un phénomène douloureux intervient (notion d'arc douloureux), le dynamomètre diminue automatiquement la résistance afin d'éviter toute blessure. Le système permet des mesures fiables et sécurisantes de la force musculaire. (8)

Les mesures sont reportées sur un système informatique qui permet de visualiser, d'analyser et de comparer les différents résultats présentés sous la forme de courbes et de tableaux. (Annexe III)

Les intérêts de l'évaluation isocinétique sont nombreux :

- L'étude des ratios agonistes antagonistes
- Les mesures des différents types de force : concentriques, excentriques
- L'influence d'une pathologie sur une ou plusieurs articulations

- L'influence d'un sport ou d'un entraînement sur la force d'un ou plusieurs groupes musculaires
- La mesure fiable de la force à des vitesses et des amplitudes définies.
- Evite la répétition des essais pour déterminer la force maximale d'un groupe de muscles.
- Permet une analyse directe des résultats.

Les limites de l'évaluation isocinétique sont :

- Elle permet de déterminer la force d'un groupe de muscles, mais pour l'évaluation de la coiffe des rotateurs, elle ne permet pas l'étude analytique d'un seul muscle. (c'est plus juste de le dire comme ainsi non ?)
- La position du sujet doit être rigoureusement définie au préalable. Il convient aussi que l'opérateur soit toujours le même, afin d'augmenter la fiabilité des résultats.
- Souvent des compensations sont possibles lors du mouvement, un sanglage permet de les réduire, mais ne les supprime pas complètement.

La méthode isocinétique reste néanmoins un des outils les plus fiables de l'évaluation des capacités musculaires en particulier au niveau de l'épaule.

### **2.3. Powerball :**

Wikipédia définit la Powerball ainsi : « Le Powerball est un gyroscope de précision qui est composé d'un rotor tournant à grande vitesse à l'intérieur d'une sphère tenue dans la main. Le brevet original de 1973 est détenu par l'entreprise américaine Dynabee. Un brevet plus récent a été posé par NSD NanoSecond et Ironpower. « Il s'agit à la fois d'un jouet, d'un instrument de fitness et d'un outil de rééducation. »

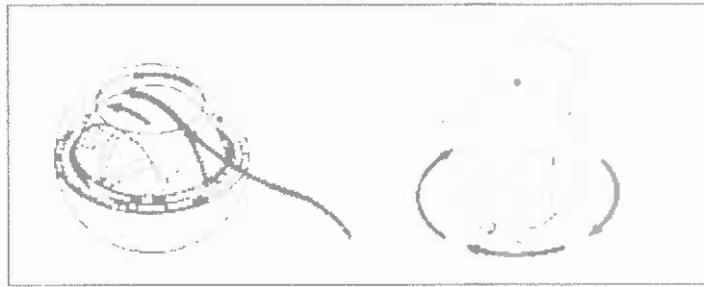
Le système a été initialement développé par la N.A.S.A, qui avait besoin d'un appareil transportable capable de produire une résistance en apesanteur, afin d'entretenir la musculature des astronautes.

L'entreprise Dynabee en 1973, puis Nanosecond en 1992 dépose un brevet et commercialise le système de gyroscope qui tient dans la main. Celui-ci est capable de produire jusqu'à 16 000 révolutions par minute (R.P.M.) et engendrer un poids d'une vingtaine de kilos. La résistance se fait par des forces de frottement, elle est proportionnelle à la force avec laquelle le sujet peut actionner le gyroscope.



Gestes d'utilisation de la Powerball :

Pour lancer la P.B. il faut enrouler la cordelette autour du rotor, bien tenir la P.B. avec la face palmaire de sa main dominante et avec l'autre main tirer sèchement sur la cordelette. Une fois lancé, le sujet effectue de petits mouvements circulaires du poignet pour entretenir, puis accentuer le mouvement gyroscopique du système. Au début, les mouvements seront amples et lents pour ensuite devenir de plus en plus fins et rapides. Cela permet d'augmenter le nombre de révolutions par minute et donc d'augmenter la résistance produite. Le sens de rotation n'est pas défini, chaque sujet effectue le mouvement comme bon lui semble.



### 3. MATERIEL ET METHODES

#### 3.1. Objectifs :

Lors de cette étude, nous nous proposons donc de montrer si le système Powerball est capable ou non de renforcer la C.D.R. Pour cela nous allons effectuer un test isocinétique de l'épaule à J0 qui est suivi d'un entraînement de seize jours. La durée d'entraînement est de 10 minutes par jour et un nouveau test isocinétique est effectué à la fin de l'entraînement (J16).

#### 3.2. Population :

La population de l'étude porte sur 35 étudiants à l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Nancy. Leur participation à l'étude s'est faite par appel à volontaires.

La population est composée de 19 hommes et 16 femmes. La moyenne d'âge est de 22,6 ans, avec un maximum de 31 ans et un minimum de 19 ans. Les tailles vont de 158 cm à 189 cm avec une moyenne de 174 cm. Le poids moyen est de 67,3 kg allant de 48 kg à 95 kg. La majorité des sujets sont droitiers (88,6 %).

Les sujets n'ont révélé aucune pathologie au membre supérieur au cours des trois derniers mois.

### 3.3. Matériel :

- Vingt Powerball ayant les mêmes caractéristiques techniques
- Un Cybex Upper Body Ergometer (U.B.E.) (Annexe III)
- Un dynamomètre isocinétique Con-Trex MJ afin de réaliser les mesures au niveau de la C.D.R. (Annexe IV)
- Une montre chronomètre
- 35 feuilles de recueil de renseignements (Annexe IV)
- 35 feuilles de suivi quotidien (Annexe IV)
- 35 feuilles d'explication du protocole d'entraînement et des objectifs de l'étude (Annexe IV)

### 3.4. Réalisation des tests :

Avant les réalisations de l'évaluation isocinétique de la C.D.R., le sujet effectue un échauffement des membres supérieurs de 5 minutes sur Cybex UBE afin de réduire les risques de traumatisme lors du test.

La position du test est la position de Davies modifiée qui est une position plus fonctionnelle et moins traumatisante pour le sujet tout en restant une position de test fiable et reproductible (7). Le sujet est assis hanche et genou à 90°, les pieds ne touchent pas le sol. L'épaule est en abduction d'environ 40° dans le plan de la scapula, le coude est à 90° de flexion et la main saisit une poignée. Le sujet est sanglé par un système de harnais, afin de diminuer au maximum les compensations.



Figure 1 : Position de Davies Modifiés

Les données taille, poids, sexe, date de naissance sont entrées dans l'ordinateur, puis s'effectue le réglage des butées.

Les mesures se font sur une course articulaire de 80° repartis en 30° de rotation interne (R.I.) et 50° de rotation externe (R.E.) à partir de la position de zéro anatomique propre à chaque sujet.





Figure 2 : Amplitudes de test

Les mesures sont faites à trois vitesses différentes :

- A la vitesse de  $60^{\circ}/s$  : le sujet réalise quatre mouvements d'essai puis la mesure s'effectue sur une série de quatre mouvements
- A la vitesse de  $120^{\circ}/s$  : le sujet réalise quatre mouvements d'essai, puis la mesure s'effectue sur une série de dix mouvements
- A la vitesse de  $180^{\circ}/s$  : le sujet réalise quatre mouvements d'essai, puis la mesure s'effectue sur une série de dix mouvements

### **3.5. Protocole :**

Avant de commencer l'étude, nous recueillons différentes informations sur chaque sujet : l'âge, le sexe, la taille, le poids, la profession, les loisirs, la pratique d'un sport en club, les antécédents au membre supérieur. Nous avons choisi de différencier la pratique d'un sport en tant que loisir et la pratique en club, qui nous paraît être plus soutenue et qui peut donc influencer la force de manière plus importante. Les variables professions, loisirs et sports sont rapportées à des variables binaires en notant si elles utilisent les membres supérieurs ou non.

Les sujets réalisent ensuite l'évaluation isocinétique des rotateurs d'épaule.

Nous leurs expliquons le but de l'étude et nous apprenons aux sujets le fonctionnement de la Powerball (décrit ci-dessus)

A la fin des explications, nous remettons au sujet une feuille de remerciement et d'explication du protocole, ainsi qu'une feuille de suivi quotidien où il va noter les jours de réalisation de l'entraînement, ainsi que le bon respect de la position et de l'heure de l'entraînement.

L'entraînement s'effectue sur le membre dominant pendant une période de seize jours. Il s'effectue de préférence à heures régulières que chaque sujet choisit.

L'exercice est décomposé en cinq séquences de 2 minutes :

- 2 minutes de travail à vitesse rapide
- 2 minutes de repos
- 2 minutes de travail à vitesse rapide
- 2 minutes de repos
- 2 minutes de travail à vitesse lente afin d'effectuer une récupération active

La position de référence qui est demandée aux sujets est debout, l'épaule est dans une position fonctionnelle proche de celle obtenue lors du test c'est-à-dire abduction d'environ 40° dans le plan de la scapula, le coude est tendu et le poignet en rectitude.



Figure 3 : Position du M.S. lors de l'utilisation de la Powerball

La résistance qui est demandée au sujet est très subjective car non mesurable par la Powerball et est fonction de la force que chaque sujet est capable de développer. Il faut que chaque sujet soit capable de tenir une cadence à la fois élevée pour avoir un travail musculaire et qu'il puisse tenir des séquences de deux minutes de travail.

Au fur et à mesure des entraînements, le sujet va se familiariser avec le matériel et il doit pouvoir ressentir une augmentation des vitesses de rotation qu'il va noter à la résistance qui augmente et au bruit que fait la Powerball.

A la fin des seize jours d'entraînement nous effectuons une nouvelle évaluation isocinétique.

Les paramètres étudiés sont :

- Le couple maximum (Moment de force maximal ou pic de couple) : est exprimé en Newton mètre (N.m-1)
- Le travail : est exprimé en Joules. Il s'agit de l'intégration de l'aire sous la courbe. Il dépend directement de l'amplitude du mouvement. (5)

- Le ratio R.E. /R .I. : il est calculé a partir du couple max R.E. / couple max. R.I., « il reflète la balance musculaire de l'articulation » .La norme est de 71 à 81% à 60°/s (5)

Ces paramètres sont les plus couramment utilisés dans la pratique courante et sont les plus reproductibles.

La variable sport et loisir sera utilisée de manière binaire : sport utilisant les membres supérieurs OUI-NON ; loisir utilisant les M.S. OUI-NON. Les sujets pratiquants un sport de manière occasionnelle entrent dans la catégorie loisir, ceux pratiquant une activité physique régulière dans une structure encadrée entrent dans la catégorie sport.

A la fin des seize jours d'entraînement, nous demandons aux sujets le sens de rotation qu'ils ont utilisé lors de l'entraînement. Ils seront classés en deux groupes : sens de rotation horaire et sens de rotation anti-horaire.

L'analyse statistique portera sur :

- Une différence du couple max. des R.E. et R.I. aux trois vitesses (60°/s ; 120°/s ; 180°/s) entre J0 et J16
- Une différence de couple max. des R.E. et R.I. aux trois vitesses. entre J0 et J16 corrélées aux variables sexe, sport, sens de rotation
- Une différence de travail des R.E. et R.I. aux trois vitesses entre J0 et J16
- Une différence de travail des R.E. et R.I. aux trois vitesses entre J0 et J16 corrélées aux variables sexe, sport, sens de rotation
- Une différences des ratio R.E./R.I. entre J0 et J16.

Lors de l'analyse statistique, nous avons choisi d'exprimer les moyennes. L'expression des valeurs maximales (maxi.) et minimales (mini.) est préférée à celle de l'écart type afin de faciliter la lecture des résultats. La présence de valeurs négatives n'aurait ainsi pas été flagrante. Les corrélations des différentes variables (sexe, sens de rotation, pratique de

sport) avec les paramètres étudiés se fait à l'aide d'un Test T de Student qui permet de corréler des variables qualitatives à des variables quantitatives avec un risque  $\alpha < 5\%$ . Les résultats seront dits significatifs si p est inférieure à 0,05. Ces résultats pourront alors être extrapolable à une population générale.

## **4. RESULTATS**

### **4.1 Analyse descriptive :**

Tableau I : nombre de sujets (N) et pourcentages.

<b>Sexe</b>	<b>N</b>	<b>Pourcentages</b>
<b>Homme</b>	19	54,3%
<b>Femme</b>	16	45,7%
<b>Taille</b>	<b>N</b>	<b>Moyenne [mini ; maxi]</b>
	35	174,2 cm [158 ; 189]
<b>Age</b>	<b>N</b>	<b>Moyenne [mini ; maxi]</b>
	35	22,6 ans
<b>Latéralité</b>	<b>N</b>	<b>Pourcentages</b>
<b>Droitier</b>	31	88,6%
<b>Gaucher</b>	4	11,4%
<b>Loisirs utilisant M.S.</b>	<b>N</b>	<b>Pourcentages</b>
<b>Oui</b>	26	74,3%
<b>Non</b>	9	25,7%
<b>Sport utilisant M.S.</b>	<b>N</b>	<b>Pourcentages</b>
<b>Oui</b>	10	28,6%
<b>Non</b>	25	71,4%
<b>Total</b>	35	100%
<b>Profession utilisant M.S.</b>	<b>N</b>	<b>Pourcentages</b>
	35	100%

**Tableau II** : répartition de la population en fonction du sens de rotation lors de l'entraînement.

Sens de rotation	N	Pourcentages
<b>Horaire</b>	17	58,6%
<b>Anti-horaire</b>	12	41,4%
<b>Total</b>	29	100%

**Tableau III** : suivi de l'entraînement

Entraînement	N	Pourcentages
<b>Arrêt</b>	6	17%
<b>16 jours</b>	12	41,3%
<b>15 jours</b>	9	31,0%
<b>14 jours</b>	6	20,7%
<b>13 jours</b>	1	3,4%
<b>12 jours</b>	1	3,4%
<b>Total</b>	35	

Nous pouvons remarquer que 17% des sujets ont stoppé leur entraînement avant la fin du protocole et que sur les 29 participants ayant terminé l'étude seuls 41,3% révèlent avoir réalisé l'entraînement de manière quotidienne.

#### 4.2 Analyse quantitative :

Tableau IV : différence de couple max. entre J0 et J16

Couple max.	Moyenne	Mini.	Maxi.
<b>R.I. 60</b>	6,8%	-19,9	73,7
<b>R.E. 60</b>	5,1%	-20,3	38,4
<b>R.I. 120</b>	5,5%	-26,7	43,6
<b>R.E. 120</b>	5,4%	-29,3	42
<b>R.I. 180</b>	2,8%	-33	33,5
<b>R.E. 180</b>	5,3%	30	40,5

Tableau V : différence du travail entre J0 et J16

Travail	Moyenne	Mini.	Maxi.
<b>R.I. 60</b>	5,5%	-24,8	68
<b>R.E. 60</b>	7,1%	-37	45
<b>R.I. 120</b>	5,5%	-34,3	51,7
<b>R.E. 120</b>	7,2%	-41,5	52,4
<b>R.I. 180</b>	5,6%	-22,5	43,8
<b>R.E. 180</b>	3,3%	-40,6	29,4

Tableau VI : Evolution des ratio R.E./R.I. entre J0 et J16.

<b>Ratio</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mini.</b>	<b>Maxi.</b>
<b>J0 à 180°/s</b>	0,70	0,47	1,01
<b>J16 à 180°/s</b>	0,70	0,38	0,95
<b>J0 à 120°/s</b>	0,73	0,53	1,14
<b>J16 à 120°/s</b>	0,72	0,45	0,95
<b>J0 à 60°/s</b>	0,74	0,56	1,08
<b>J16 à 60°/s</b>	0,73	0,50	1,01

Les tableaux IV et V nous montrent une progression globale de la force (couple max. et travail) mais celle-ci reste toujours inférieure à 15%. Le tableau VI nous indique que les ratios R.E./R.I. varient peu au cours de l'entraînement.

Tableau VII : comparaisons des paramètres couple max. et travail en fonction du sens de rotation.

Couple max.	Sens horaire			Sens anti-horaire			p
	Moyenne	Mini.	Maxi.	Moyenne	Mini.	Maxi.	
R.I. 60	11,1%	-9,3	73,7	0,6 %	-19,9	31,9	0,1043
R.E. 60	6,1%	-17,3	36,3	3,7%	-20,3	38,4	0,7071
R.I. 120	7,7%	-19	43,6	2,4%	-26,7	28,8	0,4270
R.E. 120	5,4%	-29,3	37	5,4%	-13,2	42	0,9974
R.I. 180	4,2%	-16,6	33,5	0,8%	-33	31,3	0,5633
R.E. 180	5,9%	-30	40,5	4,4%	-18	27,3	0,8206
Travail	Moyenne	Mini.	Maxi.	Moyenne	Mini.	Maxi.	p
R.I. 60	10,9%	-9,5	68	-2,2%	-24,8	26,5	0,0735
R.E. 60	8,0%	-37	45	5,8%	-16,1	34,8	0,7726
R.I. 120	8,3%	-25,8	51,7	1,5%	-34,3	28,6	0,4039
R.E. 120	5,3%	-41,5	52,4	10,0%	-19,2	47,1	0,5559
R.I. 180	5,9%	-21,7	43,8	5,2%	-22,5	30,4	0,9140
R.E. 180	4,0%	-40,6	27,3	2,4%	-26	29,4	0,7953

Seul le travail à faible vitesse en rotation horaire semble aller vers un développement de R.I. avec un p de 7% et une progression de 10%.

**Tableau VIII** : comparaisons des paramètres couple max. et travail en fonction de la pratique d'un sport utilisant les M.S.

	Pas de pratique sportive			Pratique sportive			
<b>Couple max</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mini.</b>	<b>Maxi.</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mini.</b>	<b>Maxi.</b>	<b>p</b>
<b>R.I. 60</b>	6,4%	-19,9	73,7	0,6 %	5,8	31,9	0,8909
<b>R.E. 60</b>	5,4%	-17,3	36,3	4,4%	-20,3	38,4	0,8888
<b>R.I. 120</b>	6,6%	-26,7	43,6	3,4%	-19	25,8	0,6438
<b>R.E. 120</b>	8,9%	-25,7	37	1,3%	-29,3	42	0,1694
<b>R.I. 180</b>	2,7%	-33	33,5	2,9%	-14,5	31,3	0,9837
<b>R.E. 180</b>	8,5%	-19	40,5	-0,7%	-30	27,3	0,1546
<b>Travail</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mini.</b>	<b>Maxi.</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mini.</b>	<b>Maxi.</b>	<b>p</b>
<b>R.I. 60</b>	5,5%	-24,8	68	10,2%	-12,6	41,7	0,9965
<b>R.E. 60</b>	5,4%	-16,1	45	1,2%	-12,6	41,7	0,2382
<b>R.I. 120</b>	8,4%	-34,3	51,7	0,1%	-18,7	28,6	0,3232
<b>R.E. 120</b>	12,9%	-20,5	52,4	-3,6%	-41,5	47,1	<b>0,0383</b>
<b>R.I. 180</b>	9,4%	-21,7	43,8	-1,6%	-22,5	24,4	0,1187
<b>R.E. 180</b>	8,5%	-17,4	27,3	-6,5%	-40,6	29,4	<b>0,0147</b>

Nous remarquons que globalement le fait d'être sportif joue moins en faveur d'une progression de la force musculaire. Nous avons même plutôt une tendance à la perte de travail chez les sujets sportifs pour des vitesses moyennes et élevées. Cependant ces résultats restent relatifs car la progression reste toujours inférieure aux 15% d'erreur de mesure que peut produire le dynamomètre isocinétique.

Nous pouvons toutefois observer que le travail progresse pour des vitesses moyennes et élevées de manière significative avec un p de 3,8% et de 1,4% pour les rotateurs externes.

Donc ces derniers résultats peuvent être exportables à une population générale.

Tableau IX : comparaisons des paramètres couple max. et travail en fonction du sexe.

	Homme			Femme			
<b>Couple max.</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mini.</b>	<b>Maxi.</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mini.</b>	<b>Maxi.</b>	<b>p</b>
<b>R.I. 60</b>	3,9%	-9,3	22,3	9,1%	-19,9	73,7	0,4346
<b>R.E. 60</b>	-0,7%	-20,3	27,9	9,8%	-17,2	38,4	0,0989
<b>R.I. 120</b>	6,8%	-13,7	28,8	4,4%	-26,7	43,6	0,7263
<b>R.E. 120</b>	-0,7%	-25,7	28,8	10,3%	-29,3	42	0,1185
<b>R.I. 180</b>	6,6%	-12,9	33,5	-0,3%	-33	31,3	0,2340
<b>R.E. 180</b>	3,0%	-30	23,7	7,1%	-13,5	40,5	0,5169
<b>Travail</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mini</b>	<b>Maxi</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mini</b>	<b>Maxi</b>	<b>p</b>
<b>R.I. 60</b>	2,2%	-12,6	21,3	8,1%	-24,8	68	0,4230
<b>R.E. 60</b>	0,5%	-37	28,6	12,4%	-18,5	45	0,0963
<b>R.I. 120</b>	6,4%	-16,9	29,3	4,8%	-34,3	51,7	0,8399
<b>R.E. 120</b>	2,6%	-41,5	28,8	11,0%	-26,1	52,4	0,2869
<b>R.I. 180</b>	9,6%	-15,6	43,8	2,4%	-22,5	22,5	0,2854
<b>R.E. 180</b>	0,8%	-40,6	27,3	5,4%	-17,4	29,4	0,4611

Nous remarquons que le gain de force a tendance à être plus marqué chez les femmes. En particulier au niveau des rotateurs externes pour de faibles vitesses avec un p de 9% donc qui n'est pas significatif.

#### **4.3. Analyse qualitative :**

Cette analyse se base sur les remarques qui ont été portées sur la fiche de suivi. Neuf personnes révèlent des douleurs à l'avant bras, de type tétanisations/brûlures, et cinq évoquent des douleurs à l'épaule qui les ont contraints à arrêter l'entraînement. Beaucoup évoquent des difficultés à lancer la Powerball au début, d'autres ont des difficultés à la tenir dans leur main à pleine vitesse (en particulier les petits gabarits).

#### **5. DISCUSSION :**

Dans leur brochure publicitaire Powerball® nous annonce un appareil permettant de faire travailler le membre supérieur du bout des doigts jusqu'à l'épaule. (Annexe I)

Le mémoire fait à l'I.F.M.K. de Nancy par Maxime Cothenet en 2008 nous a montré l'intérêt du matériel dans le renforcement des muscles de la main et de l'avant bras.

Concernant notre étude, l'analyse des statistiques nous montre que les résultats sont en faveur d'une légère progression voire d'une non évolution de la force dans les différents paramètres étudiés (Couple max., travail, ratio), cependant cette progression reste toujours inférieure à 15%. Ce plafond de 15% est la possibilité d'erreur que peut induire le dynamomètre isocinétique lors de l'évaluation (4). Nous ne pouvons donc pas dire que dans les conditions de notre étude la P.B. constitue un outil permettant de renforcer la C.D.R. contrairement à ce qui est suggéré par le fabricant. (Tableau IV et V). Nous observons aussi

dans les tableaux VIII et IX que la corrélation des moyennes de différence de force entre J0 et J16 avec les variables sens de rotation et sexe ne sont pas significatives ( $p$  toujours inférieur à 0,05). Ceci signifie que le sens de rotation et le sexe n'ont pas d'influence sur l'évolution de la force des rotateurs externes ou internes de l'épaule, et que ces résultats ne sont pas extrapolables à une population générale. Nous remarquons qu'en ce qui concerne la variable sexe, les femmes ont tendance à avoir une progression de la force plus marquée que les hommes. Les statistiques nous permettent tout de même de voir que les sujets qui ne sont pas sportifs ont une progression de force plus importante que les sujets sportifs (Tableau VIII). Nous avons une augmentation du travail des rotateurs externes pour des vitesses moyennes qui est de 12,9% chez les sujets ne pratiquant pas de sport, et dans un même temps une stagnation du travail (-3,6%) des rotateurs externes chez les sujets sportifs, le tout de manière significative ( $p = 0,038$ ). Le même constat peut être fait pour des vitesses élevées. Le fait que les sujets non sportifs et les femmes (pour lesquelles il a été démontré physiologiquement qu'elles développaient moins de force que les hommes) (12) ont tendance à plus progresser peut nous amener à penser que les sujets ayant une musculature peu développée au niveau du M.S. ont une capacité de progression plus importante. Ce qui peut nous orienter vers un intérêt possible du système Powerball dans le traitement de pathologie d'épaule avec une perte importante de force.

Nous allons maintenant tenter d'expliquer les raisons pour lesquelles l'hypothèse de départ n'a pas été vérifiée.

La force développée par la P.B. dépend de la force du sujet, de sa capacité à augmenter le nombre de révolutions par minute. Plus ce nombre est important, plus la force qu'il faut développer pour tenir la P.B. est importante. Nous avons ainsi une tétanisation de l'ensemble

des muscles de l'avant bras. Cette tétanisation est telle qu'elle est susceptible d'engendrer un renforcement global par débordement d'énergie. Ceci fut l'une de nos hypothèses au début de l'étude. Cependant pour que ce travail par irradiations disto-proximale des muscles de l'épaule soit efficient il faudrait surement des charges très importantes au niveau distal (donc un nombre important de révolutions par minutes). Or, pour effectuer le protocole quotidien de dix minutes, les sujets devaient supporter une vitesse maximale pendant deux séries de deux minutes. Comme ceci peut engendrer des sensations de douleurs au niveau du membre supérieur, la consigne était de limiter la vitesse afin de pouvoir maintenir une vitesse constante lors de l'entraînement durant deux minutes. Ainsi les résistances n'étaient pas maximales, et donc probablement insuffisantes pour entraîner des irradiation disto-proximales. Nous remarquons que malgré des résistances sous maximales, neuf personnes (soit 25%) ont tout de même eu des sensations de douleur et de « brûlures » musculaires, qui doivent résulter de la tétanisation de plusieurs muscles du M.S.

Cependant, le matériel mis à notre disposition ne comporte pas de compteur. Nous n'avons donc pas pu relever les pics de révolution. Or ils auraient pu être des « témoins » de la force nécessaire à développer pour que le débordement d'énergie affecte les muscles profonds de la racine du membre.

Nous pouvons penser que le renforcement peut s'effectuer par contraction statique de la coiffe des rotateurs. En effet, la position d'entraînement qui est demandée (épaule à environ 45° d'abduction avec environ 40° de flexion dans la gléno-humérale) demande un effort de stabilisation important de l'articulation par les différents muscles. Cet effort est d'autant plus important que la charge en distale augmente. L'entraînement ainsi réalisé dans une position semblable à la position de fonction de l'épaule, peut avoir un intérêt en pathologie, en

particulier dans le cadre du traitement d'épaule instable non opérée. Nous pouvons penser que le travail en statique va renforcer les muscles de la C.D.R dans leur composante de compression et ainsi permettre une meilleure coaptation de la tête humérale dans la glène. Puis, en équilibrant le ratio R.E/R.I, améliorer la position de la tête. (5)

Un problème qui se pose vient de l'évaluation musculaire de la C.D.R. Lors de notre étude nous avons choisi de mesurer la force des muscles de la coiffe des rotateurs par l'outil isocinétique, qui représente la méthode d'évaluation la plus fiable et la plus reproductible. (4) Cette méthode de quantification se fait de manière dynamique sur une amplitude donnée. Or, lors de l'entraînement, le mode de travail de l'épaule avec la P.B. est essentiellement statique (ou sur un pourcentage très faible de mouvement par rapport aux amplitudes totales de l'articulation). Une question se pose alors : est ce qu'une évaluation dynamique de l'épaule peut objectiver un renforcement dans sa composante statique ? Nous n'avons à notre connaissance pas trouvé de test qui soit aussi fiable et reproductible que l'isocinétisme, et qui évalue la force musculaire de la coiffe des rotateurs en statique. Ce type de problème ne s'était pas posé dans l'étude réalisée en 2008 par Maxime Cothenet, pour l'évaluation de la force de préhension. L'évaluation qui avait été faite pour la préhension se faisait à l'aide d'un dynamomètre de Jamar, qui enregistre la force de préhension statique. L'entraînement et la mesure de la force se font donc dans les mêmes composantes.

Nous pouvons aussi remettre en cause notre protocole d'étude. Tout d'abord nous avons été confrontés à des problèmes de matériel :

- Pour des raisons de défaillance d'une partie des Powerball mises à notre disposition, nous avons été contraint de réduire la durée de l'entraînement. Celle-ci est passée de 21 jours à 16 jours.
- Comme nous l'avons déjà formulé les P.B. n'étaient pas munies d'un compteur capable de mesurer le nombre de révolutions par minute, qui est pourtant un des reflets de la force développée par le patient.

Un problème fondamental se pose vis-à-vis de ce que chaque sujet indique dans la fiche de suivi. Nous ne pouvons vérifier la justesse des informations de chaque sujet : périodicité de l'entraînement, respect de la position, intensité de l'exercice... Ces différents éléments constituent un des biais les plus importants de l'étude. Si nous nous basons sur la « bonne foi » de chaque personne, nous observons tout de même un taux de non respect du protocole dans son intégralité (avec seulement 41,3% des sujets qui disent effectuer 16 jours d'entraînement (Tableau III).

L'évaluation peut en elle-même constituer un biais. Afin, de diminuer le risque d'erreur l'évaluateur a toujours été le même, cependant les tests n'ont pu être fait à chaque fois à la même heure et ce pour des raisons de disponibilité de l'évaluateur et du matériel.

Il nous semble tout de même intéressant d'utiliser la Powerball dans le cadre d'une rééducation d'épaule. Le fait d'utiliser la P.B. dans la position décrite qui est semblable à une position de fonction pour cette articulation peut avoir un effet proprioceptif intéressant. Les faibles mouvements qui résultent de l'utilisation de la P.B. renforcent cet effet proprioceptif car ils peuvent être assimilés à des déstabilisations distales qui entrent en compte dans la prise

en charge de diverses pathologies d'épaule. (5). Le fait de travailler en statique dans cette position peut aussi constituer une étape dans la progression de la rééducation en augmentant l'endurance du maintien d'une position semblable dans le cadre d'un geste technique ou professionnel.

## 6. CONCLUSION

La Powerball utilisée dans les conditions de notre protocole n'est pas un outil réellement efficace dans le cadre du renforcement des muscles de la coiffe des rotateurs. Si nous comparons la rapidité de progression sur une durée similaire avec un protocole isocinétique, le rapport gain de force – temps est supérieur en isocinétisme.

Nous avons vu que différents aspects du protocole sont critiquables mais reflètent essentiellement des difficultés dues au matériel. Il pourrait donc être intéressant d'effectuer la même étude mais avec une durée d'entraînement plus longue (d'au moins un mois), et sur des sujets présentant des épaules pathologiques en phase de relance musculaire et proprioceptive.

Il nous semble important de développer l'aspect proprioceptif qu'apporte la P.B. au niveau de l'épaule dans une position de fonction. Il peut être en même temps intéressant d'augmenter les capacités d'endurance dans cette même position.

La Powerball n'en reste pas moins un appareil ludique, pratique et innovant que les personnes aiment utiliser.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. **BONNEL F.** – Le concept biomécanique de l'épaule – Paris : Expansion Scientifique Française, 1992. – p. 1 - 16. – Cahiers d'enseignement de la SOFCOT ; 42
2. **BONNEL F., MARC T.** - Biomécanique musculaire de l'épaule (couples de rotation tridimensionnels et bissectrices vectorielles de recentrage) – Le Muscle, nouveaux concepts : anatomie, biomécanique, chirurgie, rééducation – Montpellier : Sauramps Medical, 2009 – p. 147-163.
3. **CHOMIKI R., BOISSEAU P., PAYSANT J.** - Dynamométrie isocinétique : principes, caractéristiques et indications en médecine physique et de réadaptation- Ann. Med. Nancy, 1998, vol.37, n°2, p.99-102
4. **CODINE P., BERNARD P. L., POCHOLLE M.** - Evaluation et rééducation des muscles de l'épaule en isocinétisme : méthodologie, résultats et applications. – Annales de Réadaptation et de Médecine Physique, 2005, vol.48, n°2, p.80-92
5. **CODINE P., HERISSON C.** – Instabilité de l'épaule et médecine de rééducation – Paris : Masson, 2007 – 213p. – Pathologie locomotrice et médecine orthopédique
6. **DUFOUR M., PILLU M.** – Biomécanique fonctionnelle : Membres, tête, tronc – Paris : Masson, 2007. – 563 p.
7. **EDOUARD P., CALMELS P., DEGACHE F.** - Mise au point sur les positions d'évaluation isocinétique des muscles rotateurs de l'épaule - Sci. Sports, 2009, vol.24, n°3-4, p207-209
8. **FOSSIER E.** – Méthodes d'évaluation isocinétique : principes. – Isocinétisme et médecine de rééducation. – Paris : Masson, 1991. p. 10-16.
9. **JONES D., ROUND J., DE HAAN A.** – Physiologie du muscle squelettique : de la structure au mouvement – Elsevier, 2005. 190p.

**10. KAPANDJI A.I.** – Physiologie articulaire : épaule, coude, pronosupination, poignet-main (tome 1) – Maloine, 2005. 30p.

**11. QUESNOT A., CHANUSSOT J.-C.** – Rééducation de l'appareil locomoteur : tome 2 : membre supérieur- Masson, février 2008- p52-77

**12. WILMORE J.H., COSTILL D.L.** – Chapitre 18 : Les différences intersexes - la femme sportive – WILMORE J.H., COSTILL D.L. – Physiologie du sport et de l'exercice : Adaptations physiologiques à l'exercice physique. – Bruxelles : De Boeck Université, 2006. – p. 471 - 499.

Pour en savoir plus :

**PARENT A.** - Etude isocinétique des rotateurs d'épaule : établissement d'une population témoin saine comparée à un cas de rupture de coiffe – Mémoire M.K. : Nancy : 1992 – 30p.

**COTHENET M.** – Powerball et kinésithérapie : Mariage possible ? – Mémoire M.K. : Nancy : 2008 – 25p.

<http://fr.wikipedia.org>

<http://www.powerballs.com/fr/>

<http://www.con-trex.ch/>

# ANNEXES

## ANNEXE I :

### Fiche publicitaire Powerball

# POWERBALL

## Media Release

### Powerball - Powerful Hand Hurricane Builds Strength And Muscle

It is similar to a tennis ball in size and weights only around 380 gram, but can create enough resistance to exert phenomenal pressure on fingers, wrists, arms and shoulders.

Introducing Powerball, a unique new sports, fitness and fun too!

Without even the slightest vibration, Powerball can spin over 12,000rpm – creating up to 22 kg/s in weight, all powered by simple arm and wrist movements. The resistance climbs in proportion to the speed of the internal rotor, the faster it is spun, the more demanding it becomes. People find themselves using and exercising muscles that they weren't even aware they had.

The hand gyro concept was originally developed by NASA to help with zero gravity training conditions and has developed to such a degree that the Powerball is now available world-wide. Powered simply by setting the rotor in motion using a cord or finger, the user quickly creates speed and resistance by a subtle rotation of their wrist. Powerball generates levels of gyroscopic inertia previously unheard of for its small size. It contains no motor or batteries. The energy comes from the user, the stronger the user, the more resistance they will create.

Unlike free weights, where each exercise targets one specific muscle group, Powerball is the equivalent of having 50 different dumbbells in one unit. Powerball works from your fingers through to your shoulders, and will test up to 90% of the arms muscles in one single 5 minute session.

No matter how fit someone is from regular weight lifting or other sport, using Powerball for the first time will genuinely burn. Such strength enhancement in the wrists, arms and shoulders is beneficial for a vast range of different sports, and has helped thousands to greatly improve in their chosen field. Any sport which involves extensive use of the arms, shoulders and wrists may see significant results even after just 30 days of use.

World renown Professional Martial Arts Instructors like Si-Fu Stefan Fischer or John Wil use the Powerball for their own training and highly recommend it to their students.

Senior Golf Professional Karl Woodward, the current Golf Drive World Record Holder with an astonishing 373 metre drive, recommends Powerball unreservedly to all golfers to help massively increase the length and power of their golf drive and long game.

Computer users all over the world are using Powerball to gently work their lower forearm and wrist joints, which can assist in preventing carpal tunnel syndrome and repetitive strain injury from occurring. As well as that, competition in offices is becoming fierce, as work colleagues attempt to top each other's high score. This is a fantastic way to create office competition while having a break from the computer.

The Powerball Range is available from \$49.95 for the Powerball 250Hz Pro to \$199 for the Powerball Metal and come with a full guarantee making it a great gift as well as an exercise too!

Available at selected retailers throughout Australia and on-line via [www.powerballs.com.au](http://www.powerballs.com.au)

Products are available for sampling.

For further questions please contact:

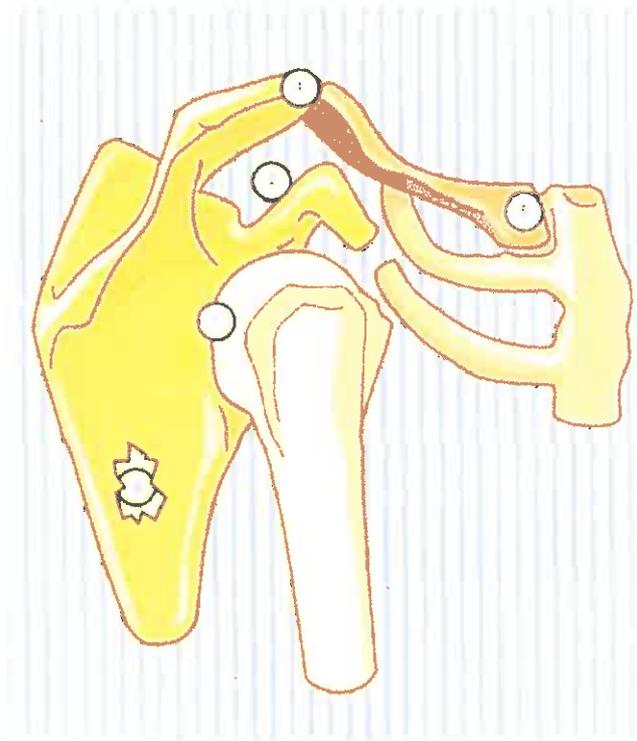
Tracy on 0424 838 931 PO Box 313 Strawberry Hills NSW 2017, [sales@powerballs.com.au](mailto:sales@powerballs.com.au)

High resolution product images are available from our web site [www.powerballs.com.au](http://www.powerballs.com.au) in the media section.



**ANNEXE II : Biomécanique**

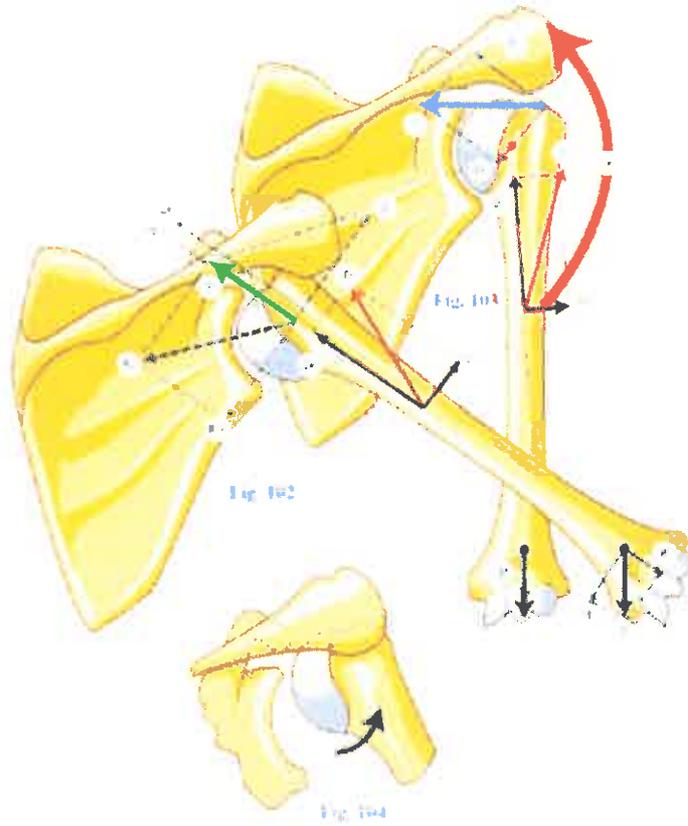
**Articulations du complexe de l'épaule :**



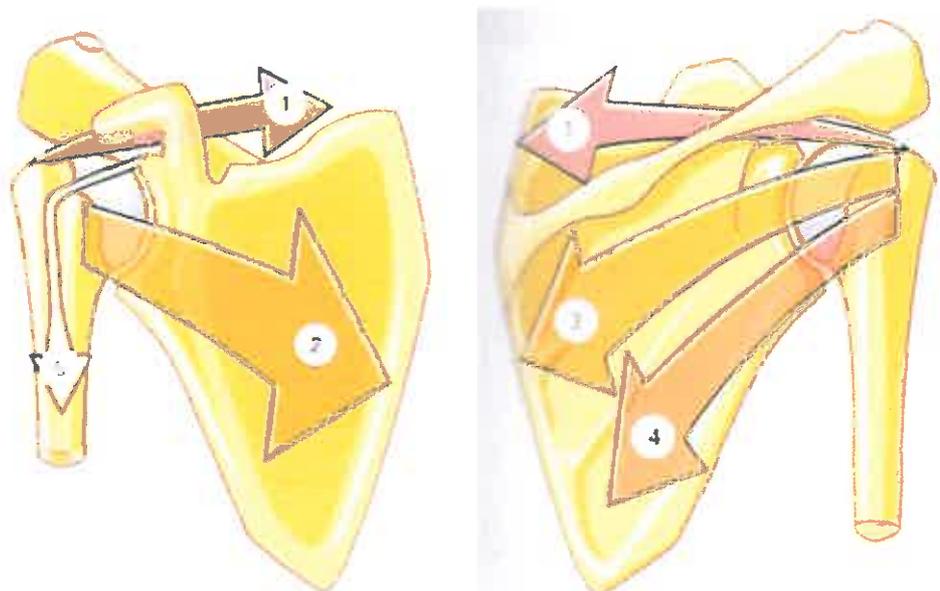
**Muscles de l'épaule :**



Décomposition des forces s'appliquant au niveau de la gléno-humérale



Action des muscles de la coiffe des rotateurs





**ANNEXE IV : Matériel**

**Cyber Upper Body Ergometer (U.B.E.)**



CON-TREX MJ

# **CON-TREX**

*Systemes biomécaniques pour le test et l'entraînement*



**CON-TREX MJ**

*L'appareil CON-TREX Pluri articulaire*

## Fiche de renseignements

N° anonymat

### FICHE DE RENSEIGNEMENT

Nom

Prénom

Age

Sexe

Taille

Poids

Latéralité

Profession

Loisirs

Pratique d'un sport en club

Antécédents (au niveau du MS)

Fiche de suivi quotidien :

SUIVI QUOTIDIEN				
JOURS	RESPECT DE LA DUREE D'ENTRAINEMENT (OUI/NON (si non inscrire la duree))	RESPECT DE LA POSITION D'ENTRAINEMENT (OUI/NON (si non preciser la position des bras,))	HEURE D'ENTRAINEMENT	REMARQUES (Si necessaire)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

## Fiche d'explication du protocole d'entraînement et des objectifs de l'étude :

### Protocole d'entraînement sur système Powerball®

Le protocole qui vous est proposé est quotidien et d'une durée totale de 21 jours.

Avant tout entraînement, il sera effectué un test sur isométrisme des capacités des muscles de la coiffe des rotateurs.

Des temps d'exercice sont à respecter afin d'offrir une étude comparative et reproductibles, l'entraînement est ainsi construit :

- 2 minutes de travail
- 2 minutes de repos
- 2 minutes de travail
- 2 minutes de repos
- 2 minutes de travail à vitesse lente pour la récupération

L'épaule doit être en flexion et abduction afin de favoriser le travail musculaire dans une position de fonction appelée.

Il est conseillé d'effectuer les exercices à heures fixes.

Il convient de ne pas travailler à des vitesses trop élevées afin d'éviter tout problème et par soucis de reproductibilité.

Je vous remercie d'avance de bien avoir voulu participer à cette étude. Ce le-ci a pour but de mettre en évidence l'efficacité du système Powerball® sur le renforcement des muscles de la coiffe des rotateurs après un entraînement de 21 jours.

Ce travail est réalisé dans le cadre d'un mémoire en vue de l'obtention du diplôme d'état de Masseur Kinesithérapie.

Bien amicalement

MONTEIRO Charles