



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2021

Thèse N° 233

L'évaluation isocinétique du genou chez des footballeurs professionnels : A propos de 27 joueurs.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 15/12/2021

PAR

Mr. Anas JOUAHRI

Né le 22/02/1996 à Marrakech

Médecin interne au CHU Mohammed VI – Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS

Isociné tisme – Evaluation – Footballeurs professionnels – Genou.

JURY

M. R. CHAFIK

Professeur de Traumato-orthopédie.

PRESIDENT

M. Y. ABDELFETTAH

Professeur agrégé de Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle

RAPPORTEUR

M^{me}. H. ELHAOURY

Professeur de Traumato-orthopédie.

M. M. MADHAR

Professeur de Traumato-orthopédie.

} JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

وَقُلْ رَبِّ
أَدْخِلْنِي مُدْخَلَ صِدْقٍ
وَأَخْرِجْنِي مُخْرَجَ صِدْقٍ
وَأَجْعَلْ لِي مِنْ لَدُنْكَ سُلْطَانًا نَصِيرًا



Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948



*LISTES DES
PROFESSEURS*

UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie	ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- réanimation	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie- obstétrique	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
ADALI Imane	Psychiatrie	GHOUNDALE Omar	Urologie
ADMOU Brahim	Immunologie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	JALAL Hicham	Radiologie
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
ALJ Soumaya	Radiologie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AMAL Said	Dermatologie	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	KISSANI Najib	Neurologie
AMMAR Haddou	Oto-rhino-laryngologie	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ARSALANE Lamiaa	Microbiologie -Virologie	LAKMICHY Mohamed Amine	Urologie
ASMOUKI Hamid	Gynécologie- obstétrique	LAOUAD Inass	Néphrologie

ATMANE El Mehdi	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
BASRAOUI Dounia	Radiologie	MADHAR Si Mohamed	Traumato- orthopédie
BASSIR Ahlam	Gynécologie- obstétrique	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BELKHOU Ahlam	Rhumatologie	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENALI Abdeslam	Psychiatrie	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie – réanimation
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie – générale	MOUFID Kamal	Urologie
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie – orthopédie	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
BENZAROUËL Dounia	Cardiologie	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie – chimie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio- Vasculaire	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
BOURRAHOÛAT Aïcha	Pédiatrie	OUALI IDRÏSSI Mariem	Radiologie
BOURROUS Monir	Pédiatrie	OUBAHA Sofia	Physiologie
BOUSKRAOÛI Mohammed	Pédiatrie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie	QACIF Hassan	Médecine interne
CHAKOUR Mohamed	Hématologie Biologique	QAMOÛSS Youssef	Anesthésie- réanimation
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHERIF IDRÏSSI EL GANOUNI Najat	Radiologie	RADA Nouredine	Pédiatrie
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
DAHAMI Zakaria	Urologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
DRAÏSS Ghizlane	Pédiatrie	ROCHDI Youssef	Oto-rhino-laryngologie

EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SARF Ismail	Urologie
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	SORAA Nabila	Microbiologie - Virologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	TASSI Noura	Maladies infectieuses
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique
EL HAOURY Hanane	Traumato- orthopédie	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie - virologie
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie - réanimation
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	ZOUHAIR Said	Microbiologie
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques	ZYANI Mohammed	Médecine interne
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie		

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	GHAZI Mirieme	Rhumatologie
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie-embryologie cytogénétique
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	KADDOURI Said	Médecine interne
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
BELHADJ Ayoub	Anesthésie -Réanimation	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo- phtisiologie	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie

BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
CHRAA Mohamed	Physiologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	SEDDIKI Rachid	Anesthésie - Réanimation
EL HAOUATI Rachid	Chirurgie Cardio-vasculaire	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation
EL MEZOUARI El Moustafa	Parasitologie Mycologie	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie thoracique
FAKHRI Anass	Histologie- embryologie cytogénétique		

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
AABBASSI Bouchra	Pédopsychiatrie	ESSADI Ismail	Oncologie Médicale
ABALLA Najoua	Chirurgie pédiatrique	FASSI FIHRI Mohamed jawad	Chirurgie générale
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	FDIL Naima	Chimie de Coordination Bio- organique
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique
ABOULMAKARIM Siham	Biochimie	HAJHOUI Farouk	Neurochirurgie
ACHKOUN Abdessalam	Anatomie	HAJJI Fouad	Urologie
AIT ERRAMI Adil	Gastro-entérologie	HAMMI Salah Eddine	Médecine interne
AKKA Rachid	Gastro - entérologie	Hammoune Nabil	Radiologie
ALAOUI Hassan	Anesthésie - Réanimation	HAMRI Asma	Chirurgie Générale
ALJALIL Abdelfattah	Oto-rhino-laryngologie	HAZIME Raja	Immunologie
AMINE Abdellah	Cardiologie	JALLAL Hamid	Cardiologie
ARROB Adil	Chirurgie réparatrice et plastique	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
AZAMI Mohamed Amine	Anatomie pathologique	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Hématologie clinique
AZIZ Zakaria	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	LAHMINI Widad	Pédiatrie
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	LALYA Issam	Radiothérapie
BABA Hicham	Chirurgie générale	LAMRANI HANCH Asmae	Microbiologie-virologie

BELARBI Marouane	Néphrologie	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	MAOUJOURD Omar	Néphrologie
BELGHMAIDI Sarah	Ophtalmologie	MEFTAH Azzelarab	Endocrinologie et maladies métaboliques
BELLASRI Salah	Radiologie	MESSAOUDI Redouane	Ophtalmologie
BENANTAR Lamia	Neurochirurgie	MILOUDI Mohcine	Microbiologie – Virologie
BENCHAFAI Ilias	Oto-rhino-laryngologie	MOUGUI Ahmed	Rhumatologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	NASSIH Houda	Pédiatrie
BENZALIM Meriam	Radiologie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
BOUTAKIOUTE Badr	Radiologie	OUERIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
CHAHBI Zakaria	Maladies infectieuses	OUMERZOUK Jawad	Neurologie
CHEGGOUR Mouna	Biochimie	RAGGABI Amine	Neurologie
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	RAISSI Abderrahim	Hématologie clinique
CHETTATI Mariam	Néphrologie	REBAHI Houssam	Anesthésie – Réanimation
DAMI Abdallah	Médecine Légale	RHARRASSI Isam	Anatomie-patologique
DARFAOUI Mouna	Radiothérapie	RHEZALI Manal	Anesthésie-réanimation
DOUIREK Fouzia	Anesthésie- réanimation	ROUKHSI Redouane	Radiologie
EL- AKHIRI Mohammed	Oto- rhino- laryngologie	SAHRAOUI Houssam Eddine	Anesthésie-réanimation
EL AMIRI My Ahmed	Chimie de Coordination bio-organnique	SALLAHI Hicham	Traumatologie-orthopédie
EL FADLI Mohammed	Oncologie médicale	SAYAGH Sanae	Hématologie
EL FAKIRI Karima	Pédiatrie	SBAAI Mohammed	Parasitologie-mycologie
EL GAMRANI Younes	Gastro-entérologie	SBAI Asma	Informatique
EL HAKKOUNI Awatif	Parasitologie mycologie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
EL JADI Hamza	Endocrinologie et maladies métaboliques	SIRBOU Rachid	Médecine d'urgence et de catastrophe
EL KHASSOUI Amine	Chirurgie pédiatrique	SLIOUI Badr	Radiologie
ELATIQUI Oumkeltoum	Chirurgie réparatrice et plastique	WARDA Karima	Microbiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	YAHYAOUI Hicham	Hématologie
ELJAMILI Mohammed	Cardiologie	ZBITOU Mohamed Anas	Cardiologie
ELOUARDI Youssef	Anesthésie réanimation	ZOUIITA Btissam	Radiologie
EL-QADIRY Rabiyy	Pédiatrie	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio-vasculaire

LISTE ARRÊTÉE LE 23/06/2021



DÉDICACES

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...
Tous les mots ne sauraient exprimer ma gratitude,
Mon amour, mon respect, et ma reconnaissance...
Aussi, c'est tout simplement que...*



Je dédie cette thèse à...

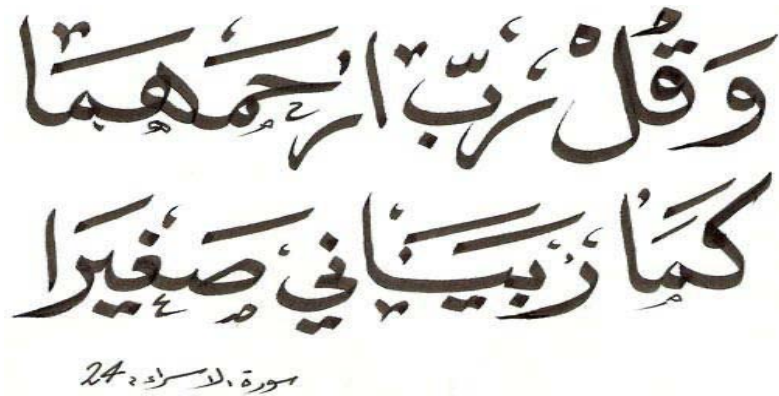
ALLAH,

*le Tout puissant, Clément et Miséricordieux de m'avoir donné
la sante, le courage et la force nécessaire de mener à bout ce
travail. J'implore Dieu afin qu'il me guide sur le droit chemin
tout en m'accordant son aide, du recours et de l'assistance.*

الله

A MES CHÈRES PARENTS

*A ceux qui m'ont donné la vie,
A ceux qui m'ont toujours tout donné sans jamais rien compter, Les mots
se font pauvres et impuissants pour vous exprimer ce que je ressens en
écrivant ces quelques lignes.*



A MA DOUCE MERE HABIBA CHMAOU

*Merci pour toute la tendresse et l'amour dont tu m'as rempli nuit et jour
sans discontinu. Merci pour tous les sacrifices que tu as réalisé afin que je
ne manque de rien. Tu as toujours su trouver les bons mots pour
m'encourager et m'aider à me relever. Tes prières, ton amour et ton
soutien sans faille ont toujours été ma source de motivation. J'espère
répondre aux espoirs que tu as fondé en moi et te rendre fière. J'aimerais
te remercier infiniment pour tous ce que tu fais pour moi encore
aujourd'hui. Puisse Dieu tout puissant t'accorder santé, bonheur et longue
vie pour que je puisse te rendre un peu soit-il de tout ce que tu m'as
donné.*

Je t'aime maman.

A MON TRÈS CHÈRE PÈRE ABDELATIF JOUAHRI :

Tu as toujours été mon école de patience, de confiance, d'espoir et d'amour. Tu es et tu resteras pour moi ma référence, la lumière qui illumine mon chemin.

Tu as toujours eu confiance en moi et tu m'as offert l'encouragement et le soutien tout au long de mes années d'étude. Que ce travail soit le fruit de toutes tes peines et tous tes efforts. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects, ma reconnaissance et mon profond amour. Puisse Dieu te préserver et te procurer santé et bonheur.

Je t'aime papa

A MA SŒUR IMANE ET SON MARI MOHAMED

Quoi que je dise, je ne saurais exprimer l'amour et la tendresse que j'ai pour toi. Tu as toujours été là pour moi dans les hauts et surtout les bas. Merci d'avoir supporté ma mauvaise humeur dans certains moments. J'espère que tu sois fière de ton petit frère. J'implore Dieu qu'il vous apporte bonheur, et vous aide à réaliser tous vos vœux.

A vous deux je dédie ce travail.

Je vous adore.

A MON PETIT NEVEU JAD :

Je n'avais aucune idée à quel point je peux aimer un petit garçon jusqu'à ce que tu viennes. Merci d'être venu dans ma vie. J'adore te voir grandir.

Tu me rends si heureux !

A MA CHÈRE SOUKAINA

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon amour et mon attachement à toi. Tu m'as toujours soutenu et supporté dans mes moments de doute et d'angoisse.

Je te remercie pour ta bienveillance qui m'a permis d'aller jusqu'au bout et plus encore pour l'amour que tu m'as démontré pendant cette période. Tu m'as toujours encouragé, incité à faire de mon mieux, ton soutien m'a permis de réaliser le rêve tant attendu.

Tu es un modèle d'honnêteté, de loyauté et de force de caractère. J'espère te combler et te rendre toujours heureuse.

Le mérite de cette thèse te revient, sans ton soutien et ton amour elle n'aurait jamais vu le jour. Je te dédie ce travail qui est aussi le tien, en implorant DIEU le tout puissant de nous accorder une longue vie de bonheur, de prospérité et de réussite, en te souhaitant le brillant avenir que tu mérites.

Je t'aime tout simplement ma belle.

A mes oncles et tantes, cousins et cousines, aux membres de ma famille, petits et grands,

Merci pour vos encouragements, votre soutien tout au long de ces années. Je vous dédie ce travail en reconnaissance à la grande affection que vous me témoignez et pour vous exprimer toute la gratitude et l'amour que je vous porte.

*A LA MEMOIRE DE MES DEUX GRANDS-PERES ET DEUX GRANDS -
MÈRES MATERNEL ET PATERNEL :*

« Que Dieu, le Tout Puissant vous accorde son infinie miséricorde et vous accueille dans son éternel paradis » et que ce travail soit une prière pour vos âmes.

A MES CHERS AMIS, AMINE LAALOU, FAYÇAL IDAM,

Vous êtes pour moi plus que des amis ! Je ne saurais trouver une expression témoignant de ma reconnaissance et des sentiments de fraternité que je vous porte.

Un grand merci pour votre soutien, vos encouragements, votre aide. J'ai trouvé en vous le refuge de mes chagrins et mes secrets.

Je vous dédie ce travail en témoignage de ma grande affection et en souvenir des agréables moments passés ensemble.

Vous êtes les meilleurs.

A MES CHERS AMIS, AYOUB MOHSSINE ET MOHAMED HASSANI :

Des personnes à qui je rends grâce pour leur don de solidarité, de générosité et de bonté et qui ne sont pas toujours conscientes de ce que signifient leurs actions pour les autres. Je vous suis profondément reconnaissante pour ce que vous avez fait pour moi. Merci.

A mes chers amis et collègues : Yassine bouchtala et Ahmed bentaher :

A` mes amis d'enfance et de toujours : Salma el guermai, Abdellah sissaoui, Hamza Naciri, Salahi ettajani, Amine el mandour

En témoignage de l'amitié qui nous unit, des expériences qu'on a vécues, des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail en vous souhaitant une vie pleine de bonheur et de prospérité.

A mes chères amies et collègues : Intissar kial et Kenza barakate :
A tous les moments qu'on a passé ensemble, Je vous souhaite à tous longue
vie pleine de bonheur et de prospérité.
Je vous dédie ce travail en témoignage de ma reconnaissance et de mon
respect. Merci pour tous les moments formidables qu'on a partagés. Je
vous souhaite une vie pleine de réussite, de santé et de bonheur.

**A LA 19 EME PROMOTION DES MEDECINS INTERNES DU CHU
MOHAMMED VI MARRAKECH**

YOUBI SALAH-EDDINE, YASMINA YASSINE, EL MANSOURI,
OUAZZANI-TOUHAMI, EL KADDOURI, LATIFA, BOUMEDIANE,
ABOUDAR, AMARAI, SALWA HAZMIRI , ALMAGGOUSI, MERNISSI
NOUSSAIBA, JAMIL, , TOUILIT, AYOUB EL ATTAR, MARKOUK, AIT
ELKIHÉL, AYOUB ALAOUI, AYOUB
HAMD AOUI, ROCHD, NIDAE, OUSALEM, MANSAR, BOUMEHDI,
AFRYAD, LALOULY
NEHAME, MAJHOUL, SBIHI, BOULMAAT, BOUHDOUD, ZTATI, ASSIYA,
CHARAFI, KHALID, CHAKIR, ELFATHI, MOUMEN, ILAFE, KATIF,
HAMDANE, AMOU, OUAZIZ, MAJIDI, ASSALA, HAKIM, OUMLOUL,
SAMIA, ARABI.....

Je vous souhaite beaucoup de succès dans votre vie professionnelle et
familiale.

A tous mes collègues de l'association des médecins internes de Marrakech,
c'est une grande fierté pour moi d'être permis vous.

*A tous mes amis avec qui j'ai partagé mes années d'externat.
3 années furent aussi rapides que riches et enrichissantes. Nos premiers
pas, gardes et observations sont inoubliables. Je vous souhaite tous
l'épanouissement et la réussite que vous méritez.*

*A toute l'équipe de Médecine **PHYSIQUE ET Réhabilitation**
FONCTIONNELLE :*

*Je vous remercie sincèrement pour l'aide précieuse que vous avez
prodigué à l'élaboration de ce travail.*

*A Toute l'équipe du service de traumatologie-orthopédie de l'hôpital **IBN**
TOFAIL : Médecins résidents, Personnel infirmier.*

*Merci d'avoir rendu mes 6 mois avec vous fructueux et instructifs. Vous
êtes un exemple de générosité, de persévérance, et d'excellence.*

A moi-même,

*Sans aucune prétention, pour que je sache rester égale à moi-même et à
mes valeurs profondes. Pour avoir le luxe de rester intègre et pour garder
en tête que le dur labeur paie.*

*A tous ceux qui m'ont supporté dans les moments les plus durs et qui ont
également su partager ma joie dans les meilleurs moments.*

*A tous ceux qui ont pour mission cette pénible tâche de soulager l'être
humain et d'essayer de lui procurer le bien-être physique, psychique et
social.*

A tous mes enseignants

*A tous ceux ou celles qui me sont chers et dont l'oubli de la plume n'est
pas celui du cœur.*

A tous ceux à qui ma réussite tient à cœur

A vous tous ...

Je vous dis merci du fond du cœur, et je vous dédie ce modeste travail..



REMERCIEMENTS

*A notre maître et président de thèse,
Monsieur le professeur CHAFIK RACHID
Professeur de l'enseignement supérieur de traumatologie-orthopédie de
l'hôpital IBN TOFAIL*

*Nous sommes très sensibles à l'honneur que vous nous avez fait en
acceptant la présidence de notre jury de thèse.*

*Nous avons eu le grand privilège de bénéficier de votre enseignement
lumineux durant nos années d'études.*

*Votre compétence, votre rigueur et vos qualités humaines exemplaires
ont toujours suscité notre admiration.*

*Nous vous exprimons notre reconnaissance pour le meilleur accueil que
vous nous avez réservé.*

*Veuillez croire à l'expression de notre grande admiration et notre
profond respect.*

*A Notre maître et Rapporteur de thèse :
Monsieur Youness ABDEFETTAH
Professeur agrégé de Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle au
CHU Mohammed VI de Marrakech*

*Il m'est impossible de dire en quelques mots ce que je vous dois. Merci
d'être l'ami avant l'enseignant. Vous m'avez fait le grand honneur de me
confier ce travail et d'accepter de le diriger en consacrant votre temps
précieux à chacune des étapes de cette thèse avec une grande rigueur et
perspicacité pour le parfaire. Ce travail est le fruit de vos efforts. Soyez-
en remercié du fond du cœur et recevez, cher maître, mes sincères
sentiments de respect et de profonde sympathie. Vos qualités scientifiques,
pédagogiques et humaines, qui m'ont profondément émue, resteront pour
moi un exemple à suivre dans l'exercice de ma profession. J'espère être
digne de votre confiance, et je vous prie, cher Maître, d'accepter dans ce
travail l'assurance de mon estime et ma haute considération.*

A Notre MAITRE ET JUGE DE THESE :

Madame Hanane ELHAOURY

*Professeur d'enseignement supérieur de traumatologie-orthopédie de
l'hôpital IBN TOFAIL*

La première professeur femme de traumatologie orthopédie au monde arabe. Vous êtes la fierté de notre faculté. J'ai eu la chance de compter parmi vos étudiants et de profiter de l'étendue de votre savoir. Vos remarquables qualités humaines et professionnelles ont toujours suscité ma profonde admiration. Vous nous faites un grand honneur de siéger au sein de notre respectable jury. Nous sommes très reconnaissants de la simplicité avec laquelle vous avez accepté de juger ce travail. Nous vous prions d'accepter le témoignage de notre reconnaissance et l'assurance de nos sentiments respectueux.

A Notre MAITRE ET JUGE DE THESE :

Monsieur MADHAR Si Mohamed :

*Professeur de l'enseignement supérieur de traumatologie-orthopédie de
l'hôpital IBN TOFAIL*

*Nous sommes infiniment sensibles à l'immense honneur que vous nous
avez
fait en acceptant de juger notre thèse. Votre modestie et votre courtoisie
Demeurent pour nous des qualités exemplaires.
Veuillez accepter, cher Maître, l'expression de notre reconnaissance et
notre profonde estime.*



FIGURES & TABLEAUX

Liste des figures :

- Figure 1** : Dynamomètre d'isocinétisme modèle genou
- Figure 2** : Sportif en condition d'évaluation des muscles du genou, sur dynamomètre isocinétique.
- Figure 3** : Echauffement du sportif avant la réalisation du test isocinétique .
- Figure 4** : Répartition des joueurs selon la tranche d'âge.
- Figure 5** : Répartition des joueurs selon la latéralité.
- Figure 6** : Répartition des joueurs selon la titularité.
- Figure 7** : Répartition des joueurs en fonction du poste de jeu.
- Figure 8** : La moyenne du nombre d'années de jeu au niveau professionnelle par groupe.
- Figure 9** : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures musculaire.
- Figure 10** : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures tendineuses.
- Figure 11** : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures ostéo-articulaires.
- Figure 12** : Exemple de résultats d'une évaluation isocinétique sous forme d'un graphique.
- Figure 13** : Exemple de résultats d'une évaluation isocinétique sous forme de chiffre.
- Figure 14** : Graphique isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en concentrique à 60°/seconde
- Figure 15** : Graphique isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en concentrique à 240°/seconde
- Figure 16** : L'installation du joueur pour la réalisation du test isocinétique.
- Figure 17** : Sportif en condition pour la réalisation d'un test isocinétique du genou.

Liste des tableaux

- Tableau I** : Répartition selon l'âge des joueurs.
- Tableau II** : Répartition des joueurs selon la latéralité.
- Tableau III** : Répartition des joueurs selon la titularité.
- Tableau IV** : Répartition selon le poste de jeu.
- Tableau V** : Moyenne d'âge et de poids par groupe.
- Tableau VI** : La moyenne du nombre d'années de jeu au niveau professionnelle par groupe.
- Tableau VII** : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures musculaires.
- Tableau VIII** : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures tendineuses.
- Tableau IX** : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures ostéo-articulaires.
- Tableau X** : Résultats des MFM, ratios classiques et ratios mixtes à la vitesse de 30 et 60 degré/ seconde.
- Tableau XI** : Moyenne des MFM, ratios classiques et ratios mixtes.
- Tableau XII** : Comparaison des moyennes des MFM des extenseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.
- Tableau XIII** : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.
- Tableau XIV** : Comparaison des moyennes des RC entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.
- Tableau XV** : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.
- Tableau XVI** : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en excentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.
- Tableau XVII** : Comparaison des moyennes des RC entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.
- Tableau XVIII** : Comparaison des moyennes des MFM des extenseurs concentriques entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.

Tableau XIX : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.

Tableau XX : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.

Tableau XXI : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en excentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.

Tableau XXII : Comparaison des moyennes des RC entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.

Tableau XXIII : Comparaison des moyennes des RC entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2.

Tableau XIV : Classification lésionnelle musculaire de Rodineau et Durey et correspondance clinique et radiologique (IRM et échographique).

Tableau XV : Classification lésionnelle musculaire de Stoller et al .



ABRÉVIATIONS

Liste des abréviations :

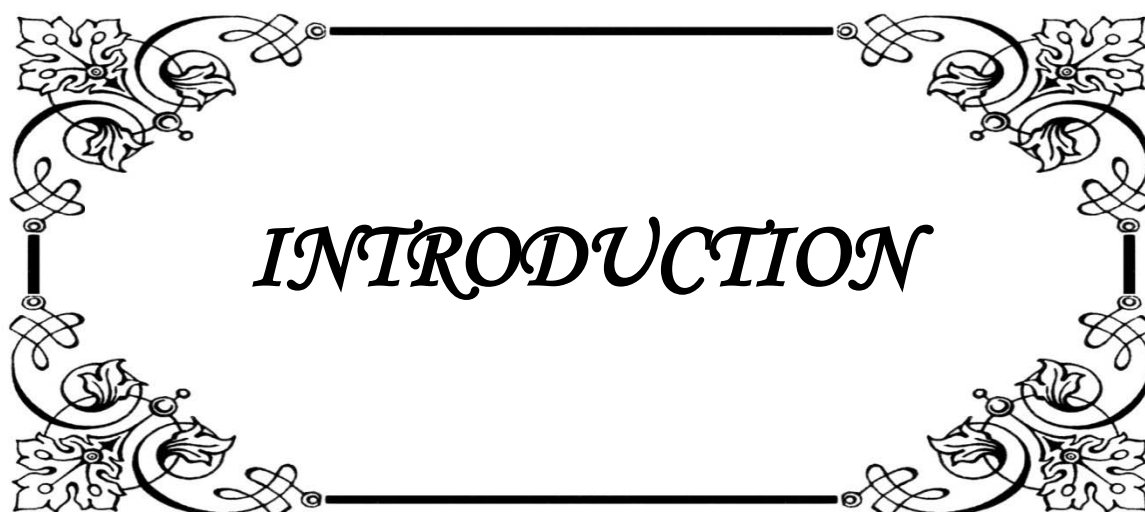
MFM	: Moment de Force Maximal.
RC	: Ratio classique.
RM	: Ratio mixte.
IJ	: Ischio-jambiers.
Q	: Quadriceps.
D	: Dominant.
ND	: Non dominant.
Con	: Concentrique
Exc	: Excentrique
N.M	: Newton mètre.
HAS	: Haute autorité de santé.
F-MARC	: FIFA Medical Assessment and Research Centre.
ANAES	: L'Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé



PLAN

INTRODUCTION	1
MATERIELS ET METHODES	4
I. Matériels	5
1. Présentation de l'étude.....	5
2. Population cible	5
3. Critères d'inclusion	5
4. Critères d'exclusion	5
II. Méthodes	6
1. Base de données et logiciels	6
2. Analyse statistique	6
3. Évaluation isocinétique	6
4. Considérations éthiques	9
RESULTATS	10
I. ETUDE EPIDEMIOLOGIE	11
1. L'Age	11
2. Le coté dominant.....	11
3. La titularité	12
4. Poste de jeu	13
5. Blessures	15
6. Résultats de l'évaluation isocinétique du genou	18
7. Moyenne des MFM, ration classique et ratio mixte	22
8. Comparaison des moyennes des MFM et ratios classiques entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe2	23
9. Comparaison des moyennes des MFM et ratios classiques entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 en fonction de la latéralité	25
DISCUSSION	27
I. Isociné tisme.....	29
1. Historique	29
2. Deux grands principes de fonctionnement	30
3. Deux principaux intérêts	30
4. Deux types de données	31
5. Les paramètres chiffrés	33
II. Évaluation isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en médecine du sport : revue de la littérature.....	35
III. Confrontation des valeurs de référence aux données de la littérature	37
IV. Les MFM et les ratios en fonctions de la latéralité	40
V. Variation des MFM en fonction du poste de jeu et de l'âge	43
VI. Interprétation de la relation ratio classique et mixte et leurs relations avec les blessures.....	46
VII. Discussion sur la méthode	52
1. Limites de l'évaluation isocinétique	52
2. Fiabilité	52

3. L'absence de possession d'un appareil isométrique chez les clubs de football professionnel	55
VIII. Perspectives.....	55
CONCLUSION	58
ANNEXES	60
RESUMES	64
BIBLIOGRAPHIES	68



INTRODUCTION

Le football est un sport qui a conquis le monde et qui trouve ses origines loin dans l'histoire. On prétend même qu'il pourrait dater de la préhistoire ! Bien sûr pas sous la forme qu'on lui connaît actuellement.

Au 18^{ème} siècle, ce jeu devint un sport scolaire adopté par les élèves, et trouve un terrain propice à son développement. Mais il demeure non réglementé, et parfois confus, jusqu'au 26 octobre 1863, date de naissance du football moderne, quand les capitaines et représentants des clubs de Londres et sa région fondèrent la FOOTBALL ASSOCIATION et adoptèrent les règles du jeu.

Depuis, grâce aux marins Anglais, le football a conquis la planète et tous les peuples. Ses lois ont aussi évolué et ont été sans cesse améliorées pour faire de ce jeu une véritable sublimité ; au point que le football ne soit plus seulement une pratique collective relevant uniquement de la distraction ; il fait l'objet d'une fascination planétaire, qui se caractérise par une passion que lui vouent les masses autour du globe entier.

Le football est aussi un sport de contact qui amène inévitablement son lot de blessures. Ce sont les membres inférieurs et plus particulièrement les genoux (environ 60 % des blessures) qui font l'objet de ses blessures, qu'elles soient musculaires, tendineuses, ligamentaires ou osseuses.

La pratique régulière de l'activité, la répétition de gestes stéréotypés à haute intensité et la spécificité de l'entraînement, expose également les footballeurs au risque de blessures. Risque qui a considérablement augmenté avec les exigences du haut niveau, la fréquence de plus en plus grande des compétitions et la pression du résultat.

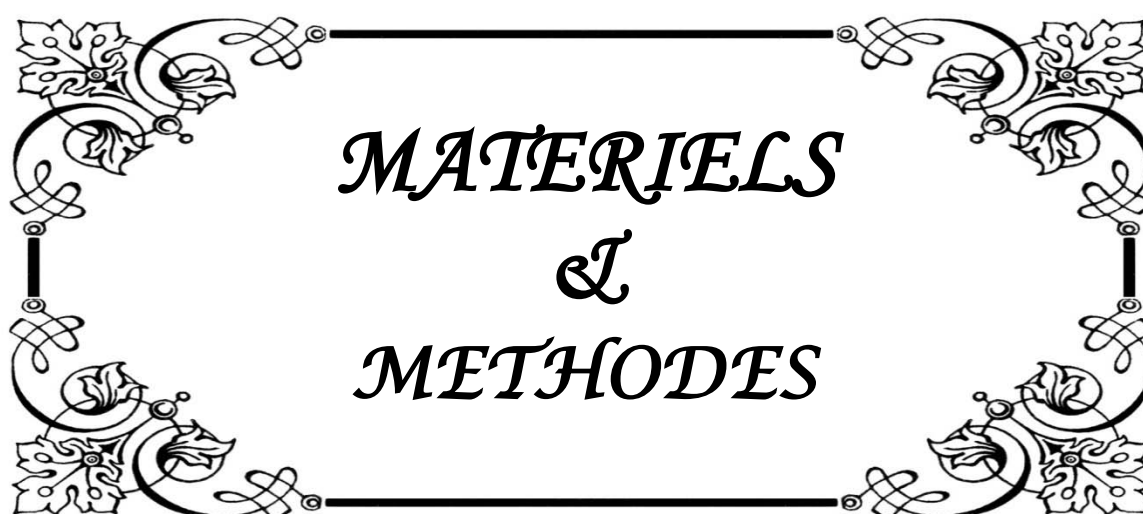
Face à ce risque, l'isociné tisme s'inscrit comme une technique de référence dans l'évaluation des performances musculaires, il permet une mesure précise et reproductible de la force musculaire, à condition de respecter une méthodologie rigoureuse.

L'isociné tisme est une méthode médicalement assistée qui sert d'une part à évaluer la force, la puissance et l'endurance musculaire et d'autre part à renforcer un ou plusieurs muscles.

L'isociné tisme est employé dans le traitement de divers troubles pathologiques, en traumatologie ou en rhumatologie, mais aussi en neurologie et pour les sportifs professionnels ou amateurs.

L'utilisation de l'isociné tisme dans le football de haut niveau s'est nettement développée ces dernières années permettant une identification des profils musculaires à risque, la correction des déséquilibres musculaires et la prévention de blessures.

L'objectif de cette étude réalisée au service de médecine physique et réadaptation fonctionnelle CHU Mohammed 6 de Marrakech, est d'évaluer et comparer les forces musculaires isociné tiques du genou chez des footballeurs professionnels en fonction du poste de jeu. Tout en rappelant les notions de base sur les différentes techniques d'isociné tisme



*MATERIELS
&
METHODES*

I. Matériels :

1. Présentation de l'étude

Étude rétrospective, descriptive et analytique, étalée sur une période de 6 mois allant de Janvier 2019 à Juin 2019 portant sur l'exploitation de dossier de l'évaluation des forces musculaires isocinétiques du genou chez des joueurs professionnels de football.

2. Population cible :

Des joueurs de football professionnels examinés au service de médecine physique et réadaptation fonctionnels du CHU Mohammed VI de Marrakech.

Cette population de joueurs a été répartie en deux groupes en fonction du poste de jeu :

Premier groupe : représenté par les attaquants et les milieux de terrain offensifs.

Deuxième groupe : représenté par les milieux de terrain défensifs, défenseurs et les gardiens de but.

3. Critères d'inclusion :

Dossier complet de l'évaluation isocinétique des forces musculaires du genou des joueurs professionnels du football.

4. Critères d'exclusion :

Dossier incomplet ou n'intéressant pas l'évaluation isocinétique des forces musculaires du genou des footballeurs professionnels

II. Méthodes :

1. Base de données et logiciels :

- Base de données : Les dossiers médicaux des joueurs.
- Logiciels sur ordinateur pour traitement des données : Microsoft office Word 2007 ;
Microsoft office Excel 2007.

2. Analyse statistique :

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel Microsoft office Excel 2007. Pour les variables numériques continues sont précisées par la moyenne et l'écart type. Pour les variables qualitatives sont précisées par les pourcentages. Les résultats sont considérés comme statistiquement significatifs pour $p < 0,05$.

3. Évaluation isocinétique :

La présente étude a été réalisée par un dynamomètre isocinétique de marque HUMAC® NORM™ (HUMAC, CA, USA), modèle genou. (Figure 1)



Figure 1 : Dynamomètre d'isocinétique modèle genou. (1)

Les joueurs étaient assis et fixés à l'appareil avec la poitrine et sangles de cuisses pour assurer la reproductibilité des mesures.

Les pièces jointes du dynamomètre ont été ajustées de sorte que le centre du mouvement articulaire (flexion/extension) soit aligné aussi précisément que possible avec l'axe de rotation du dynamomètre.

Le siège sur lequel nos joueurs ont été installés, respectait un angle de flexion entre le tronc et la cuisse de 110°, et comprenait une sangle du tronc et une autre pour la cuisse active.

Les mains de nos sportifs étaient placées sur le support métallique latéral du siège.

Le support tibial a été placé à deux doigts au-dessus de la malléole externe. Le genou et la cheville controlatérale ont été fixés pour éviter toute influence sur les résultats. L'orientation du dynamomètre était maintenue à 0° par rapport au sol et une inclinaison à 0° par rapport au sol.(Figure 2)



Figure 2 : Sportif en condition d'évaluation des muscles du genou, sur dynamomètre isocinétique. (2)

L'évaluation isocinétique a été précédée par un échauffement de 15 min sur un ergo cycle à une intensité de 90 watts et de 60 rotations par minute. Le siège sur lequel le sujet est installé, respecte un angle de flexion entre le tronc et la cuisse de 110°. Et d'un pré test pour permettre l'apprentissage et la familiarisation des joueurs avec la machine. (Figure 3)



Figure 3 : Echauffement du sportif avant la réalisation du test isocinétique (2)

Chaque essai comprenait une série de 03 mouvements de flexion/extension continue en mode excentrique et 05 mouvements de flexion/extension continue en mode concentrique.

L'évaluation isocinétique a été réalisée au niveau de chacun des deux genoux, pour chacune des personnes évaluées, avec deux vitesses d'évaluation en mode concentrique, 60°/sec et 240°/sec, et une vitesse en mode excentrique, 30°/sec.

Un repos de 30 secondes entre chaque série de trois mouvements et 90 secondes entre chaque vitesse a été programmé.

L'encouragement vocal de l'évaluateur a été standardisé.

Cette évaluation isocinétique a permis d'obtenir les paramètres suivants :

- Le Moment de Force Maximal (MFM) des muscles extenseurs (muscle quadriceps) et des muscles fléchisseurs (les muscles ischio-jambiers).
- Le ratio des muscles fléchisseurs du genou par rapport aux extenseurs du genou (ischio-jambiers par rapport au muscle quadriceps.)
- Le ratio mixte=MFM Fléchisseur excentrique 30° / MFM Extenseur concentrique 240°

4. Considérations éthiques :

Cette étude a été entreprise avec respect des lois Marocaines et de la déclaration d'Helsinki pour la protection des personnes. Tout au long de l'étude, l'anonymat et le respect de la confidentialité des données ont été assurés.



RESULTATS

I. ETUDE EPIDEMIOLOGIE :

1. L'Age :

Dans notre série, la moyenne d'âge de nos joueurs est de 25 ans et demi avec des extrêmes de 20 ans et 40 ans, 77% de ces joueurs ont un âge inférieur de 30ans. (Tableau I, Figure 4).

Tableau I : Répartition selon l'âge des joueurs.

Tranche d'âge en années	20-24	25-29	30-34	35-40	Total
Nombre	12	9	5	1	27
Pourcentage	44%	33%	18,5%	4,5%	100%

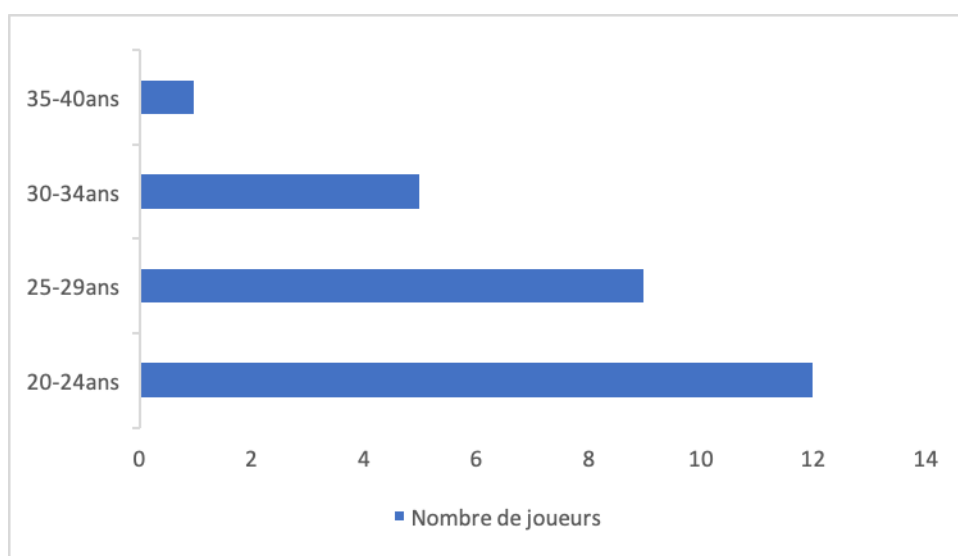


Figure 4 : Répartition des joueurs selon la tranche d'âge.

2. Le côté dominant:

Dans notre série 67% des joueurs sont droitiers, 15% gauchers et 18% savent jouer avec les deux pieds. (Tableau II , Figure 5)

Tableau II : Répartition des joueurs selon la latéralité.

Côté dominant	Nombre de joueurs	Pourcentage
Droit	18	67%
Gauche	4	15%
Les deux	5	18%
Total	27	100%

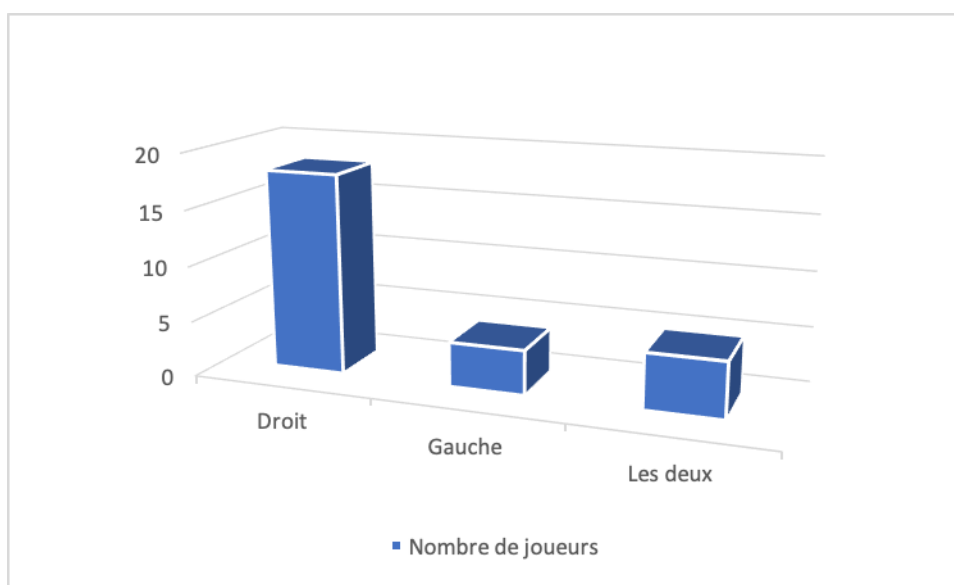


Figure 5 : Répartition des joueurs selon la latéralité.

3. La titularité :

Dans notre série 56% des joueurs sont majoritairement titulaires alors que 46% des joueurs sont majoritairement remplaçants. (Tableau III, Figure 6)

Tableau III : Répartition des joueurs selon la titularité

Titularité	Nombre de joueurs	Pourcentage
Majoritairement titulaire	15	56%
Majoritairement remplaçant	12	44%
Total	27	100%

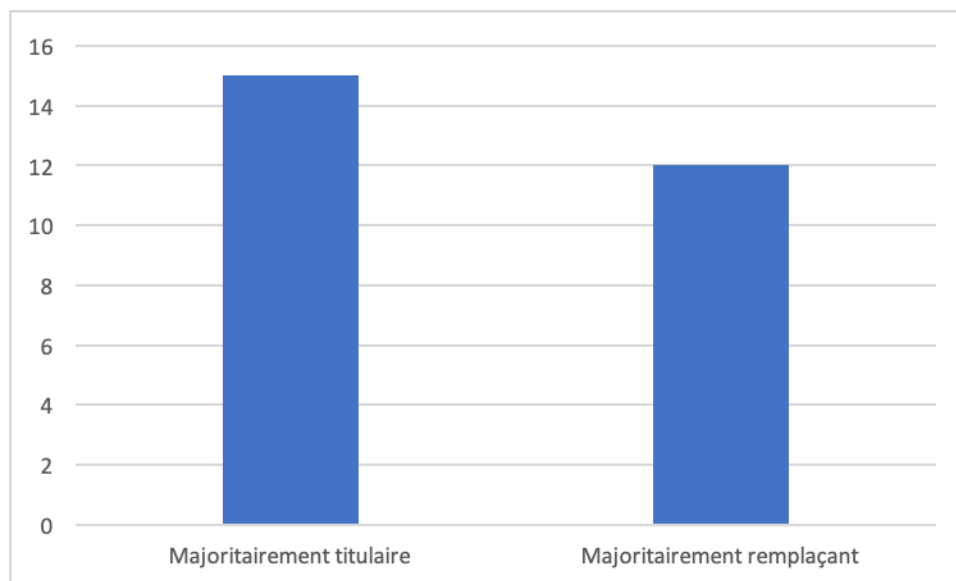


Figure 6 : Répartition des joueurs selon la titularité.

4. Poste de jeu :

Notre série a été répartie en deux groupes en fonction du poste de jeu :

Premier groupe : représenté par les attaquants et les milieux terrain offensives (44%)

Deuxième groupe : représenté par les milieux terrain défensifs, défenseurs et les gardiens de but (56%) (Tableau IV, Figure 7)

4.1. Répartition selon le poste de jeu :

Tableau IV : Répartition selon le poste de jeu

Poste de jeu	Nombre de joueurs	Pourcentage
Groupe1 [attaquant/milieu offensif]	12	44%
Groupe2 [gardien/défense/milieu défensif]	15	56%
Total	27	100

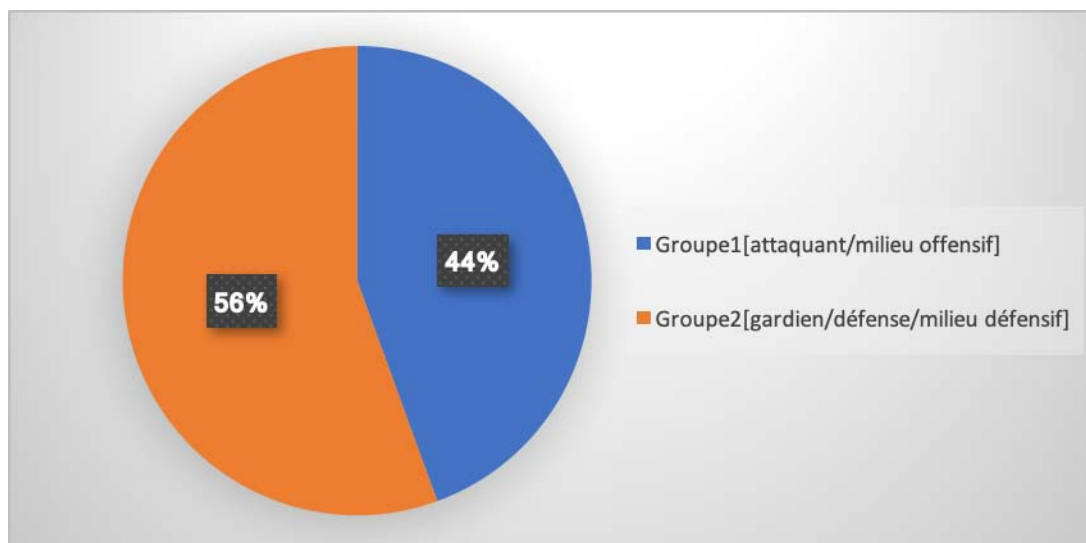


Figure 7 : Répartition des joueurs en fonction du poste de jeu

4.2. Moyenne d'âge et de poids par groupe :

Groupe 1 [attaquant/milieu offensif] : L'âge moyen était de 23,25 ans avec des extrêmes allant de 20 ans à 28 ans.

Le poids moyen était de 70,7kg avec des extrêmes allant de 64kg à 81kg.

Groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] : L'âge moyen était de 28,5 ans avec des extrêmes allant de 20 ans à 40 ans.

Le poids moyen était de 79 kg avec des extrêmes allant de 66kg à 84kg. (Tableau V, Figure 8)

Tableau V : Moyenne d'âge et de poids par groupe

	Groupe1	Groupe2
Moyenne d'âge par années	23,25	28,5
Moyenne de poids par kg	70,5	79

4.3. Moyenne du nombre d'années de jeu au niveau professionnel par groupe :

Groupe1 : La moyenne du nombre d'années de jeu au niveau professionnel était de 4 ans avec des extrêmes allant de 2 ans à 8 ans

Groupe2 : La moyenne du nombre d'années de jeu au niveau professionnel était de 9ans et demi avec des extrêmes allant de 2 ans à 22 ans (Tableau Vi, Figure 8)

Tableau VI : La moyenne du nombre d'années de jeu au niveau professionnel par groupe.

	Groupe1	Groupe2
La moyenne du nombre d'années de jeu au niveau professionnel	4ans	9 ans et demi

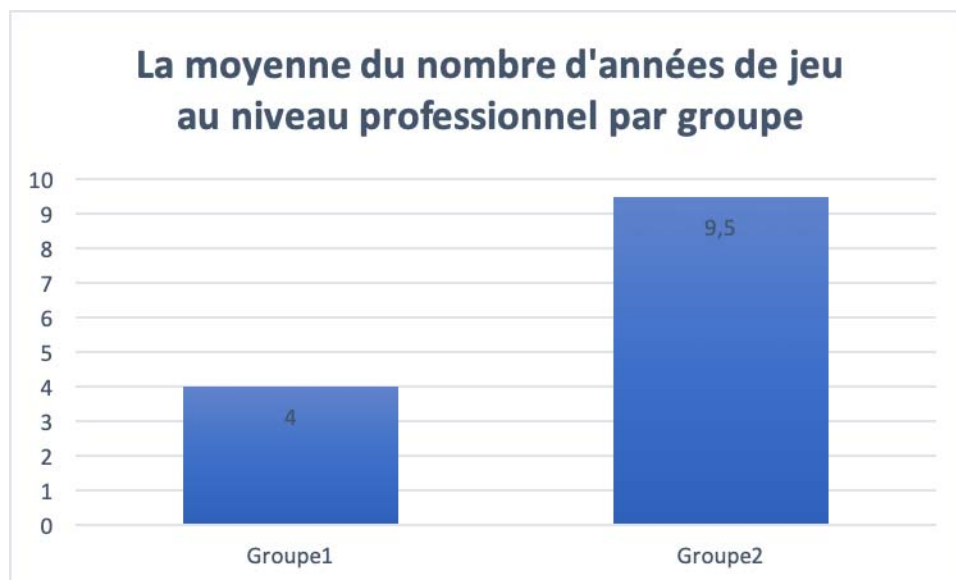


Figure 8 : La moyenne du nombre d'années de jeu au niveau professionnel par groupe en années.

5. Blessures :

Dans notre série 19% des joueurs ont présenté une blessure musculaire, 11% une blessure tendineuse et 7% une blessure ostéo-articulaire. (Figure 9, 10, 11) (Tableau VII, VIII, IX)

5.1. Blessures musculaires :

Tableau VII : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures musculaires.

Blessures musculaires	Nombre de joueurs	Pourcentage
Joueurs blessés	5	19%
Joueurs jamais blessés	22	81%
Total	27	100%

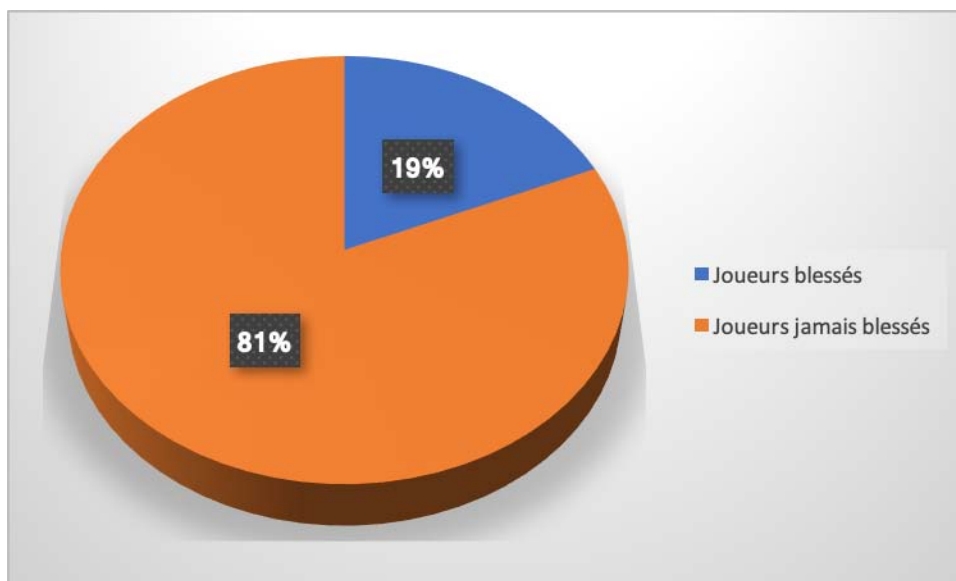


Figure 9 : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures musculaires.

5.2. Blessures tendineuses :

Tableau VIII: Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures tendineuses.

Blessures tendineuses	Nombre de joueurs	Pourcentage
Joueurs blessés	3	11%
Joueurs jamais blessés	24	89%
Total	27	100%

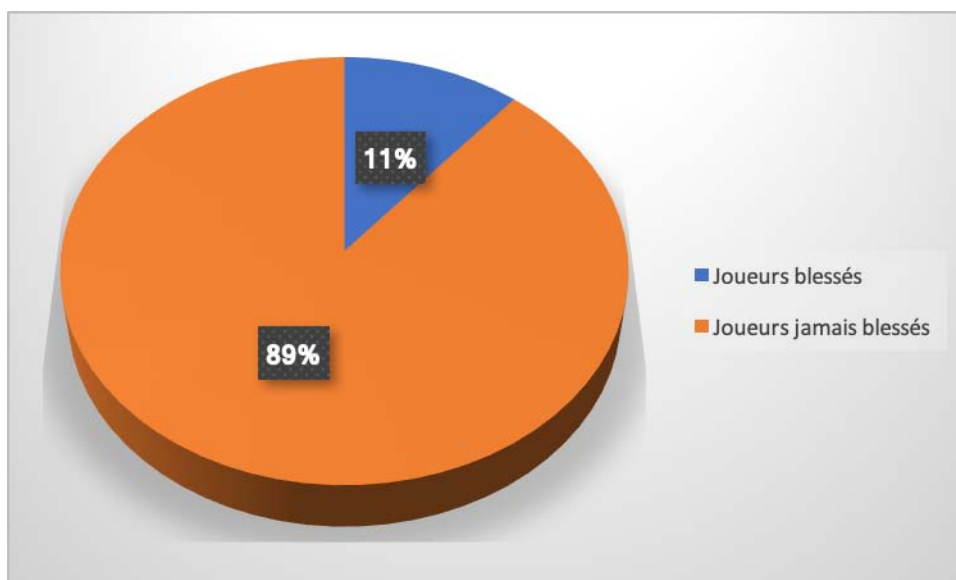


Figure10 : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures tendineuses.

5.3. Blessures ostéo-articulaires :

Tableau IX : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures ostéo-articulaires.

Blessures ostéo-articulaires	Nombre de joueurs	Pourcentage
Joueurs blessés	2	7%
Joueurs jamais blessés	25	93%
Total	27	100%

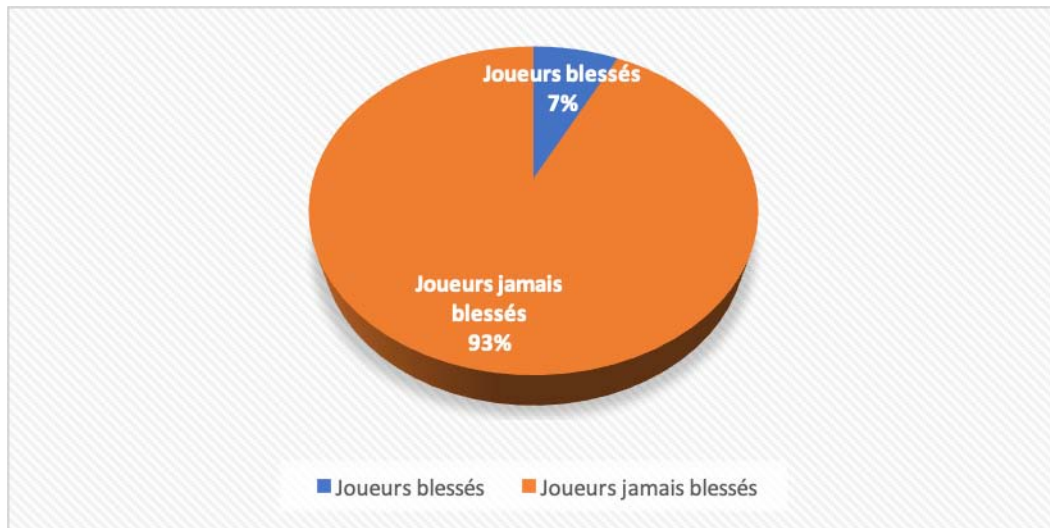


Figure 11 : Répartition des joueurs en fonction de leurs blessures ostéo-articulaires.

6. Résultats de l'évaluation isocinétique du genou :

Tableau X : Résultats des MFM, ratios classiques et ratios mixtes à la vitesse de 30 et 60 degré/ seconde : Tableau qui présente les résultats des moments de force Maximal en newton mètre, ratios classiques et ratios mixtes en pourcentage à la vitesse de 30 et 60 degré/ seconde, recueillis lors de l'évaluation isocinétique de nos joueurs professionnels.

Joueur	Coté	Isociné tique Concentrique/Concentrique Vitesse 60/60 degré/seconde /3 Mouvements (N.M)			Isociné tique Excentrique/Concentrique Vitesse 30/30 degré/seconde /3 Mouvements (N.M)			MFM excentrique 30\30 degré\seconde (N.M)	MFM concentrique 240\240 degré\seconde (N.M)	Ratio mixte= MFM Fléchisseur excentrique 30° / MFM extenseur concentrique 240° en %
		Extenseurs (Concentrique) (N.M)	Fléchisseurs (Concentrique) (N.M)	Ratio En %	Fléchisseurs (Concentrique) (N.M)	Fléchisseurs (Excentrique) (N.M)	Ratio en %	Fléchisseurs (Excentrique) (N.M)	Extenseur (Concentrique) (N.M)	
Joueur1	Droit DK	233	159	68	151	157	105	157	148	106
	Gauche	212	164	78	153	171	112	171	110	154
Joueur2	Droit DK	164	144	88	110	178	162	178	83	214
	Gauche	183	129	70	106	137	129	137	104	131
Joueur3	Droit DK	203	142	70	145	111	77	111	110	101
	Gauche	191	136	71	153	134	88	134	106	126
Joueur4	Droit DK	195	119	61	100	134	134	134	140	96
	Gauche	190	123	65	144	207	144	207	142	146
Joueur5	Droit	247	118	48	106	127	121	127	134	95
	Gauche	281	142	51	145	167	115	167	140	119
Joueur6	Droit DK	294	212	72	201	231	115	231	156	148
	Gauche	323	194	60	212	216	102	216	161	134
Joueur7	Droit DK	172	108	63	73	91	124	91	110	83
	Gauche	149	104	70	73	115	157	115	89	129

Tableau X : Résultats des MFM, ratios classiques et ratios mixtes à la vitesse de 30 et 60 degré/ seconde : "Suite"

Joueur	Coté	Isociné tique Concentrique/Concentrique Vitesse 60/60 degré/seconde /3 Mouvements			Isociné tique Excentrique/Concentrique Vitesse 30/30 degré/seconde /3 Mouvements			MFM excentrique 30\30 degré\seconde	MFM concentrique 240\240 degré\seconde	Ratio mixte= MFM Fléchisseur excentrique 30° / MFM extenseur concentrique 240° en %
		Extenseurs (Concentrique)	Fléchisseurs (Concentrique)	Ratio	Fléchisseurs (Concentrique)	Fléchisseurs (Excentrique)	Ratio	Fléchisseurs (Excentrique)	Extenseur (Concentrique)	
Joueur8	Droit DK	195	113	58	137	156	114	156	98	159
	Gauche	194	117	60	110	136	123	136	113	120
Joueur9	Droit DK	180	137	76	202	220	109	220	107	206
	Gauche	171	134	79	168	186	110	186	122	153
Joueur10	Droit	165	111	67	89	122	136	122	123	99
	Gauche	202	127	63	94	96	103	96	136	71
Joueur11	Droit DK	218	160	73	268	286	107	286	103	277
	Gauche	109	133	64	271	290	107	290	96	302
Joueur12	Droit	251	161	64	188	201	106	201	145	138
	Gauche	228	178	78	179	213	119	213	144	147
Joueur13	Droit DK	250	157	63	144	210	146	210	126	167
	Gauche	264	176	67	195	252	129	252	121	208
Joueur14	Droit	210	149	71	175	205	117	205	122	168
	Gauche	222	151	68	205	226	111	226	114	199
Joueur15	Droit DK	221	148	67	172	188	109	188	129	146
	Gauche	240	132	55	123	183	148	183	149	123

Tableau X : Résultats des MFM, ratios classiques et ratios mixtes à la vitesse de 30 et 60 degré/ seconde : "Suite"

Joueur	Coté	Isociné tique Concentrique/Concentrique Vitesse 60/60 degré/seconde /3 Mouvements			Isociné tique Excentrique/Concentrique Vitesse 30/30 degré/seconde /3 Mouvements			MFM excentrique 30\30 degré\seconde	MFM concentrique 240\240 degré\seconde	Ratio mixte= MFM Fléchisseur excentrique 30° / MFM extenseur concentrique 240° en %
		Extenseurs (Concentrique)	Fléchisseurs (Concentrique)	Ratio	Fléchisseurs (Concentrique)	Fléchisseurs (Excentrique)	Ratio	Fléchisseurs (Excentrique)	Extenseur (Concentrique)	
Joueur16	Droit	217	117	54	151	178	118	178	148	120
	GaucheDK	202	121	60	151	171	114	171	118	265
Joueur17	Droit DK	199	146	73	175	195	112	195	110	177
	Gauche	191	125	65	170	191	113	191	96	199
Joueur18	Droit	199	157	79	170	203	120	203	115	177
	GaucheDK	217	155	71	130	199	153	199	98	203
Joueur19	Droit DK	224	141	63	174	201	116	201	115	175
	Gauche	221	122	55	130	155	119	155	85	182
Joueur20	Droit	201	141	70	149	183	123	183	106	173
	Gauche	141	130	92	165	176	107	176	79	223
Joueur21	Droit DK	262	174	66	73	209	285	209	148	141
	Gauche	273	163	60	216	235	109	235	160	147
Joueur22	Droit DK	235	168	72	206	226	110	226	122	185
	Gauche	240	126	53	167	176	106	176	126	140
Joueur23	Droit DK	220	161	73	170	198	117	198	130	152
	Gauche	254	157	62	187	209	112	209	136	154

Tableau X : Résultats des MFM, ratios classiques et ratios mixtes à la vitesse de 30 et 60 degré/ seconde : "Suite"

Joueur	Coté	Isociné tique Concentrique			Isociné tique Excentrique			MFM excentrique	MFM concentrique	Ratio mixte= MFM Fléchisseur excentrique 30° / MFM extenseur concentrique 240° en %
		Extenseurs (Concentrique)	Fléchisseurs (Concentrique)	Ratio	Fléchisseurs (Concentrique)	Fléchisseurs (Excentrique)	Ratio	30\30 degré\seconde	240\240 degré\seconde	
Joueur24	Droit DK	176	172	98	114	187	164	187	89	210
	Gauche	178	140	79	156	184	118	184	95	194
Joueur25	Droit	335	155	46	208	214	102	214	102	210
	Gauche DK	321	141	44	201	210	104	210	116	181
Joueur26	Droit DK	175	133	76	156	162	104	162	92	176
	Gauche	193	123	64	163	171	105	171	114	150
Joueur27	Droit	251	165	66	125	186	149	186	168	111
	Gauche DK	270	163	60	190	222	117	222	155	143

7. Moyenne des MFM, ration classique et ratio mixte :

Tableau XI : Moyenne des MFM, Ratios classiques et ratios mixtes : Tableau présentant la moyenne des MFM en newton mètre, ratios classiques et ratios mixtes en concentrique et excentrique à la vitesse de 30 et 60 degré/ seconde.

Joueur	Côté	Isociné tique Concentrique			Isociné tique excentrique			Moyenne des ratio mixtes
		Moyenne des MFM Extenseurs (Concentrique)	Moyenne des MFM Fléchisseurs (Concentrique)	Moyenne des Ratio classique en %	Moyenne des MFM Fléchisseurs (Concentrique)	Moyenne des MFM Fléchisseurs (Excentrique)	Moyenne des Ratio classique en %	
Tous les joueurs	Droit	218,23	147,11	68,3	153,04	183,66	126	156
	Gauche	217,03	140,96	65,3	161,73	186,22	117,6	157

- En concentrique, la force musculaire décroît avec l'augmentation de la vitesse de l'exercice.
- La force développée en excentrique est supérieure à celle développée en concentrique
- La force développée par les extenseurs (Quadriceps) est plus grande que celle des fléchisseurs (Ischio-jambiers).

8. Comparaison des moyennes des MFM et ratios classiques entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 :

8.1. Vitesse 60/60 degré/seconde :

Tableau XII : Comparaison des moyennes des MFM des extenseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des moyennes des MFM des extenseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 60 degré/ seconde en newton mètre :

	Moyenne MFM Extenseurs (Concentrique) en N.M		P value
	GRUPE 1	GRUPE 2	
Droit	210,7	224,3	0,39
Gauche	186,09	228,9	0,19

Tableau XIII : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 60 degré/ seconde en newton mètre :

	Moyenne MFM Fléchisseurs(Concentrique) en N.M		P value
	GRUPE 1	GRUPE 2	
Droit	141,7	151,2	0,10
Gauche	134,5	146,13	0,15

Tableau XIV: Comparaison des moyennes des Ratios Classiques entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des ratios classiques entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 60 degré/ seconde en pourcentage :

	Moyenne Ratios classiques en %		P value
	GRUPE 1	GRUPE 2	
Droit	67,2	67,41	0,71
Gauche	72,27	63,84	0,94

8.2. Vitesse 30/30 degré/seconde :

Tableau XV : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 30 degré/ seconde en newton mètre :

	Moyenne MFM Fléchisseurs(Concentrique) en N.M		P value
	GRUPE 1	GRUPE 2	
Droit	160,41	147,13	0,46
Gauche	157,33	164,6	0,68

Tableau XVI : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en excentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en excentrique entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 30 degré/ seconde en newton mètre :

	Moyenne MFM Fléchisseurs(Excentrique) en N.M		P value
	GRUPE 1	GRUPE 2	
Droit	185,08	182,53	0,88
Gauche	178,92	192,06	0,46

Tableau XVII : Comparaison des moyennes des ratios classiques entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des ratios classiques entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 30 degré/ seconde en pourcentage :

	Moyenne Ratios classiques en %		P value
	GRUPE 1	GRUPE 2	
Droit	118,25	132,2	0,31
Gauche	115	119,6	0,48

9. Comparaison des moyennes des MFM et ratios classiques entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 en fonction de la latéralité :

9.1. Vitesse 60/60 degré/seconde :

Tableau XVIII : Comparaison des moyennes des MFM des extenseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des moyennes des MFM des extenseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 60 degré/ seconde en newton mètre, en fonction de la latéralité :

	Moyenne MFM Extenseurs (Concentrique) en N.M		P value
	GROUPE 1	GROUPE 2	
Dominant	205,36	227,8	0,13
Non dominant	208	224,9	0,47

Tableau XIV : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 60 degré/ seconde en newton mètre, en fonction de la latéralité :

	Moyenne MFM Fléchisseurs(Concentrique) N.M		P value
	GROUPE 1	GROUPE 2	
Dominant	138,7	152,2	0,07
Non dominant	137,3	143,25	0,55

Tableau XX : Comparaison des moyennes des ratios classiques entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des ratios classiques entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 60 degré/ seconde en pourcentage, en fonction de la latéralité :

	Moyenne des ratios classiques en %		P value
	GROUPE 1	GROUPE 2	
Dominant	69,36	67,56	0,66
Non dominant	64,1	65,08	0.81

9.2. Vitesse 30/30 degré/seconde :

Tableau XXI : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en concentrique entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 30 degré/ seconde en newton mètre, en fonction de la latéralité :

	Moyenne MFM Fléchisseurs(Concentrique) en N.M		P value
	GRUPE 1	GRUPE 2	
Dominant	152,64	155,6	0,85
Non dominant	167,6	156,25	0,55

Tableau XXII : Comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en excentrique entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des moyennes des MFM des fléchisseurs en excentrique entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 30 degré/ seconde en newton mètre, en fonction de la latéralité :

	Moyenne MFM Fléchisseurs(Excentrique) en N.M		P value
	GRUPE 1	GRUPE 2	
Dominant	177,5	187,38	0,54
Non dominant	188,3	187,16	0,95

Tableau XXIII : Comparaison des moyennes des Ratios Classiques entre joueurs du groupe 1 et joueurs du groupe 2 : Tableau présentant une comparaison des ratios classiques entre joueurs du groupe 1 [attaquant/milieu offensif] et joueurs du groupe 2 [gardien/défense/milieu défensif] à la vitesse de 30 degré/ seconde en pourcentage, en fonction de la latéralité :

	Moyenne Ratios classiques en %		P value
	GRUPE 1	GRUPE 2	
Dominant	118,86	127,33	0,47
Non dominant	113,5	123,75	0,17

La comparaison des MFM des fléchisseurs et des extenseurs en concentrique et excentrique de nos deux groupes objective le même résultat, la moyenne des MFM du groupe 2 était un peu plus supérieur à la moyenne des MFM du groupe 1, dans les différentes vitesses.



DISCUSSION

La littérature reste pauvre concernant l'évaluation isocinétique du genou des jeunes sportifs. Les études randomisées sont rares ; il s'agit le plus souvent d'études ouvertes ou des suivis de cohortes.

Les lésions musculaires représentent une des causes les plus fréquentes de traumatismes en pratique sportive. Les muscles ischio-jambiers sont les plus touchés. (2)(3)

Les tests isocinétiques objectivent des déficits ainsi qu'un déséquilibre du ratio de force des muscles agonistes et antagonistes du genou (4), soit les muscles fléchisseurs et extenseurs du genou, liés à un mauvais échauffement, hydratation, surentrainement et fatigue musculaire (5), à une mauvaise gestion de la récupération, à un manque de souplesse (6), une raideur musculaire (diminution des amplitudes articulaires passives) et autres. (7)(8)

Plusieurs auteurs ont insisté sur la nécessité de réaliser des tests isocinétiques avant de débiter la saison sportive (9)(10). Croisier et al. (11) ont montré l'intérêt de l'évaluation de la force musculaire afin de vérifier les conséquences mécaniques d'une lésion musculaire selon un principe de symétrie par rapport au côté considéré comme dominant. (12)

A partir de ce constat notre étude a dans un premier temps évalué les muscles ischio-jambiers et quadriceps chez les joueurs professionnels, afin de quantifier le caractère de dominance déclaré d'un membre par rapport à l'autre.

Dans un second temps nous avons évalué et comparé le niveau de force en fonction du poste occupé sur le terrain les ratios isocinétiques pour but d'authentifier d'éventuels déséquilibres dû à cette spécialisation, et en l'occurrence d'assurer un renforcement isocinétique spécifique par des protocoles établis et personnalisés permettant de prévenir les lésions ostéo-articulaires, musculaires et tendineuses.

I. Isociné tisme:

1. Historique :

1967 : pour répondre à une demande de la NASA (National Aeronautics and Space Administration) qui voulait évaluer de manière fiable, l'atrophie musculaire consécutive aux vols spatiaux en apesanteur, Hislop et Perrine, ont défini les premiers le concept d'isociné tisme(13).

Ils proposèrent de contrôler la vitesse du mouvement afin de pouvoir mesurer in vivo la force maximale volontaire sur toute l'amplitude du mouvement, ce que ne permettent pas les mesures isotoniques ou isométriques.

1970 : l'isociné tisme est essentiellement utilisé dans le milieu sportif et uniquement pour le genou (14).

1980 : les premiers dynamomètres isociné tiques sont commercialisés en Europe et ont conquis le milieu de la rééducation. (14)

Depuis les premières applications limitées à une seule articulation , le genou, et à une seule finalité, le renforcement musculaire , de nombreuses évolutions ont marqué le développement de l'isociné tisme

Actuellement, pratiquement toutes les articulations principales peuvent être évaluées et rééduquées (14).

L'isociné tisme permet une mesure précise et reproductible de la force musculaire dans l'état normal et dans différents contextes pathologiques. Les dynamomètres isocinétiques sont également utilisés en rééducation. Le domaine d'application de l'isociné tisme est très vaste, comprenant les pathologies de l'appareil locomoteur, maladies neurologiques, en médecine de sport ainsi qu'en expertise médicale.

On va se focaliser sur l'application de l'isocinétisme à l'appareil locomoteur et ceci à travers l'articulation du genou, qui reste la première articulation évaluée par les dynamomètres isocinétiques

2. Deux grands principes de fonctionnement :

Le fonctionnement des appareils d'isocinétisme repose sur 2 grands principes (15):

- La maîtrise de la vitesse : on impose une vitesse constante au mouvement du segment de membre, au lieu de lui imposer une résistance fixe.
- L'asservissement de la résistance : la résistance varie et s'auto-adapte en tout point du mouvement pour être égale à la force développée par le muscle , lorsque la vitesse pré sélectionnée est atteinte

La contraction isocinétique est une contraction anisométrique qui s'effectue à vitesse constante (=anisométrie isocinétique) (14).

L'isocinétisme permet un travail musculaire à vitesse constante et à charge variable.

Il diffère du travail musculaire habituel qui est le plus souvent à vitesse variable et à charge constante.

Le travail isocinétique permet une contraction musculaire maximale en tout point de l'amplitude préétablie. Ce principe autorise , à l'inverse de l'exercice isotonique , le développement d'un moment de force maximum sur toute l'amplitude du mouvement (16).

3. Deux principaux intérêts :

Les appareils d'isocinétisme ont deux principaux intérêts (15):

- L'évaluation musculaire.
- La rééducation musculaire.

Selon la HAS, « l'isocinétisme est une méthode de référence en matière d'évaluation de la force musculaire pour détecter les déficits concernant certains groupes et plus encore les perturbations de la balance agonistes –antagonistes. L'exploration isocinétique est largement utilisée pour la mesure des extenseurs et fléchisseurs du genou. L'exploration du genou concerne l'évaluation des muscles fléchisseurs et extenseurs du genou , c'est-à-dire les quadriceps et les ischio-jambiers » (17).

4. Deux types de données :

L'analyse de la contraction musculaire à l'aide d'un dynamomètre informatisé fournit deux types de données (17)

4.1. Sous forme de graphique

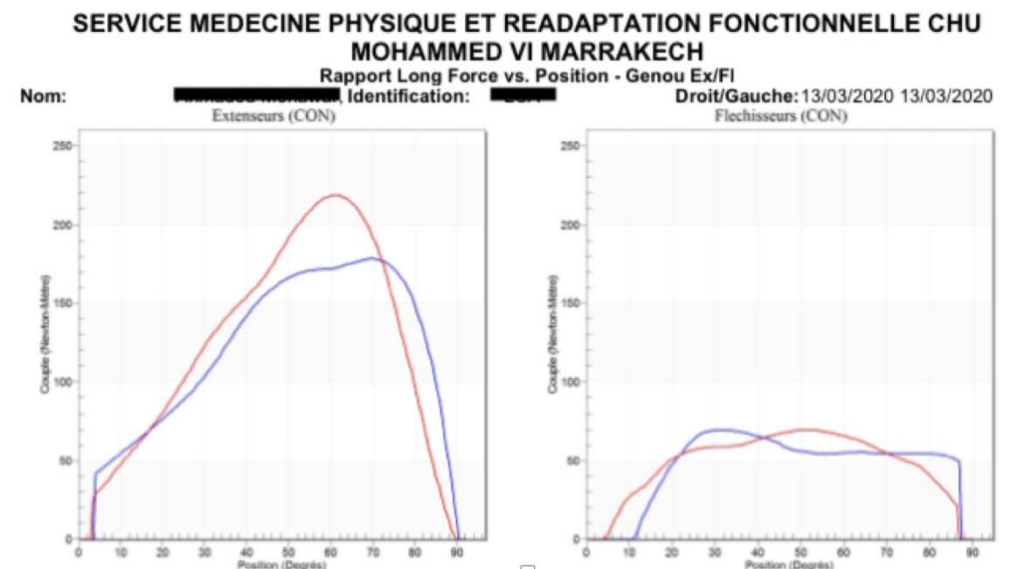


Figure 12 : Exemple de résultats d'une évaluation isocinétique sous forme d'un graphique.

La forme de la courbe permet une évaluation qualitative.

Parallèlement aux valeurs chiffrées, objectives, fournies par le dynamomètre, le couple de force développé est représenté sous forme de graphiques dont l'analyse présente un intérêt

certain. Ils permettent de détecter des anomalies minimales n'entraînant pas de variations nettes des données quantifiées (14).

L'interprétation des graphiques reste empirique et aucune étude n'a permis de définir des tracés pathognomoniques d'une affection possible. Cependant elle permet de localiser précisément le secteur angulaire douloureux permettant ainsi d'établir un programme rééducatif adapté (14).

4.2. Sous forme de chiffre :

D'un point de vue quantitatif, la méthode isocinétique permet de quantifier plusieurs paramètres

Courbes coté Droit		Courbes coté Gauche							
Isocinétique CON/CON		Extenseurs (CON)		Flechisseurs (CON)					
Vitesse	60/60 d/s	3 Mouvements	Moyenne	Coef Var	Couple/Poids	Moyenne	Coef Var	Couple/Poids	Ratio
PARAMÈTRES DE COUPLE									
Pic de couple (Newton-Mètre - Meilleure répétition)									
Droit			179	0.13	256	69	0.19	98	39
Gauche			218	0.03	313	69	0.13	98	32
Déficit			18			0			
Travail par répétition (Newton-Mètre - Meilleure répétition)									
Droit			187	0.17	268	73	0.18	104	39
Gauche			194	0.06	277	75	0.25	107	38
Déficit			3			2			
Puissance moyenne par répétition (Watts - Meilleure répétition)									
Droit			121	0.19	174	44	0.19	64	36
Gauche			127	0.16	180	52	0.25	75	41
Déficit			5			15			
PARAMÈTRES DE POSITION									
Angle relevé au couple maxi (Degrés)									
Droit			62	0.22		50	0.55		
Gauche			56	0.11		49	0.10		
Amplitude angulaire (Degrés)									
Droit			1	0.00		91	0.00		
Gauche			1	0.57		90	0.01		
PARAMÈTRES DE TEMPS									
Temps d'accès au couple maxi (Secondes)									
Droit			0.35	0.04		0.91	0.51		
Gauche			0.50	0.00		0.78	0.01		
Temps de maintien du couple maxi (Secondes)									
Droit			0.04	0.00		0.05	0.53		
Gauche			0.05	0.35		0.04	0.81		
Temps de décroissement de la force (Secondes)									
Droit			1.01	0.22		0.66	0.63		
Gauche			0.91	0.10		0.62	0.08		
Délai d'inversion (Secondes)									
Droit			0.29	0.00		0.17	0.78		
Gauche			0.06	0.11		0.08	0.28		
Délai (Secondes)									
Droit			0.01	0.47		0.05	2.91		
Gauche			0.00	-4.24		0.04	1.52		
MaxGET									
			Droit 13/03/2020 27				Gauche 13/03/2020 19		

HUMAC2015® Version: 15.000.0103 © Computer Sports Medicine, Inc. www.csmisolutions.com

SERVICE MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION FONCTIONNELLE CHU
MOHAMMED VI MARRAKECH

Figure 13 : Exemple de résultats d'une évaluation isocinétique sous forme de chiffre.

5. Les paramètres chiffrés :

5.1. Le moment de force maximale : est exprimé en Newton mètre (N.m).

Selon l'ANAES, « ces appareils ne mesurent pas une force , mais le couple créé par cette force et son bras de levier au niveau de l'axe du dynamomètre » (15). Il correspond au moment de force le plus élevé, développé au cours du mouvement.

Sa valeur, son délai d'apparition et l'angle auquel il est développé, sont variables.

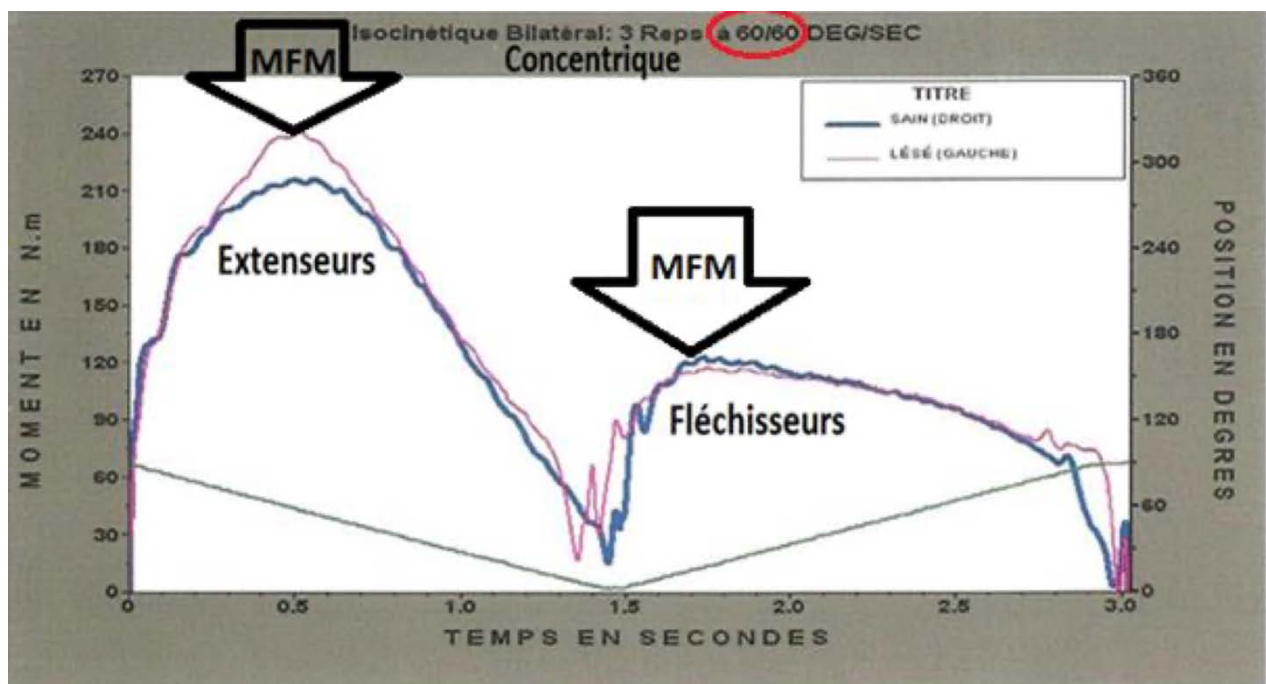


Figure 14 : Graphique isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en concentrique à la vitesse de 60°/seconde (11)

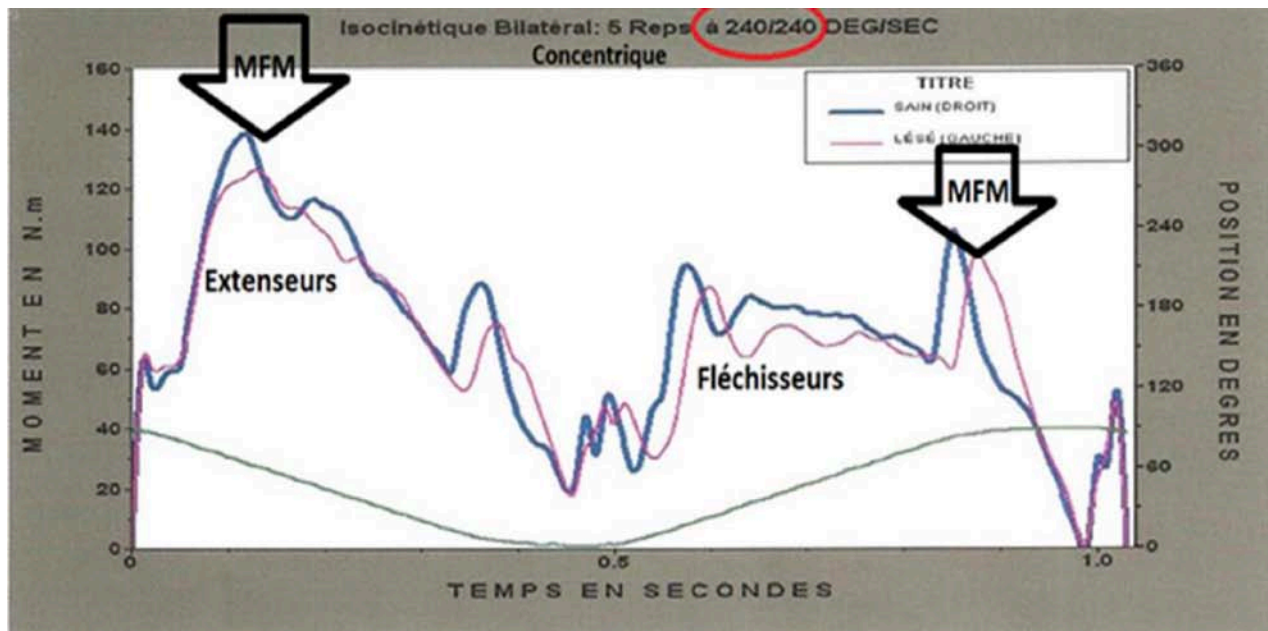


Figure 15 : Graphique isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en concentrique à 240°/seconde (11)

Les utilisateurs américains proposent le terme « peak torque ».

Pour les francophones plusieurs noms sont utilisés : couple de force, pic de couple, moment de force maximum ou moment maximum (14).

5.2. Travail total (W)

5.3. Puissance maximale (P)

5.4. Angle d'efficacité maximale (AEM)

5.5. Les ratios isocinétiques :

Le ratio conventionnel (RC):

Le ratio conventionnel est calculé en rapportant le MFM absolu concentrique des fléchisseurs (=I) au MFM absolu concentrique des extenseurs (=Q)

$RC = I_{con} / Q_{con}$ (pour une vitesse donnée) .

5.6. Le ratio fonctionnel ou mixte (RM) :

L'établissement d'un ratio mixte (Ijexc / Qcon), plus proche des conditions biomécaniques impliquées dans les blessures des IJ, a été initialement décrit par DVIR et al,(11)

Depuis, Croisier et al, ont en 1996, établi un ratio mixte en combinant deux vitesses très différentes : une lente en excentrique et une rapide en concentrique. (11)

Cette méthode part du fait que l'évaluation de la force excentrique à grande vitesse angulaire n'est pas fiable (14)..

$$RM = IJ \text{ exc } 30^\circ / Q \text{ con } 240^\circ$$

Le terme Mixte est dû à l'utilisation , pour la première fois, d'un ratio utilisant deux modes de contraction différents par rapport aux ratios dits conventionnels.

Le RM serait plus discriminant que le RC, pour prédire la survenue d'une lésion des IJ(11).

II. Évaluation isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en médecine du sport : revue de la littérature

L'exploration isocinétique est, un excellent moyen d'évaluation de la force des extenseurs et fléchisseurs du genou. Cette technique est un complément très utile des méthodes classiques d'évaluation et a permis d'établir des normes et références en fonction de l'âge, du sexe et de la spécialité sportive (18). Elle mérite en revanche, d'être mieux évaluée en tant que technique propre de rééducation (19).

Cela reste comme toute technique d'évaluation, un moyen indirect d'appréciation de la fonction articulaire.

L'isocinétisme s'inscrit comme une technique de référence dans l'évaluation des performances musculaires. Le dynamomètre isocinétique permet une mesure précise et reproductible de la force musculaire dynamique, à condition de respecter une méthodologie rigoureuse. L'utilisation de l'isocinétisme dans le sport de haut niveau s'est nettement développée afin d'identifier les profils musculaires à risque, et corriger les déséquilibres

musculaires, en prévention des blessures. En thérapeutique, nous utilisons l'isocinétisme pour la rééducation des pathologies musculaires, tendineuses et ligamentaires.

Aujourd'hui, le travail musculaire excentrique doit s'imposer dans les pathologies citées ci-dessus. Les modalités d'application du protocole conditionnent son efficacité. Nous prôtons, depuis des années, une prise en charge précoce de la blessure par un travail isocinétique excentrique à vitesse lente, dans un but cicatriciel du tissu lésé.

L'outil isocinétique permet de réaliser ce travail excentrique précocement de manière sécurisée. Il est complémentaire aux autres techniques kinésithérapiques. Il nous semble indispensable dans la prise en charge des sportifs de haut niveau pour le suivi de la rééducation et la complète récupération fonctionnelle. Il quantifie l'un des critères de reprise du sport permettant de réduire le risque de récurrence tant redouté. Après chirurgie du ligament croisé antérieur, objectiver précisément le niveau de récupération musculaire permet de mieux individualiser la rééducation et la phase de réathlétisation.

Le mouvement en physiologie humaine n'est, en effet, en aucun cas un mouvement isocinétique. Il nécessite par ailleurs la mise en jeu de chaînes musculaires (extenseurs et fléchisseurs du genou, mais aussi gastrocnémiens notamment). Il est réalisé à des vitesses nettement supérieures à celles que l'on peut programmer sur un dynamomètre isocinétique, tout particulièrement lors de la réalisation du geste sportif qui nécessite des vitesses supérieures à 1000 °/seconde. Le recrutement des différents chefs musculaires est probablement différent de celui rencontré lors du geste sportif (20).

Les travaux récents d'Akima et al. Utilisant l'imagerie par résonance magnétique nucléaire et la mesure des temps de relaxation ont mis en évidence, lors de ce mode de contraction, non seulement des coactivations de groupes musculaires par paire mais encore une sollicitation préférentielle du droit fémoral distal par rapport à sa partie proximale (21).

La fonction articulaire est, par ailleurs, dépendante de l'innervation sensitive (proprioceptive et nociceptive) mais aussi motrice (capacité à recruter les unités motrices).

Enfin, toute mobilisation active d'une articulation, s'accompagne à la fois d'une sollicitation des agonistes en mode concentrique et des antagonistes en mode excentrique, ces

derniers jouant un rôle de stabilisateur de l'articulation (22,23).

C'est en partie ce constat qui a conduit à un nouveau concept de rapport fonctionnel (en opposition au rapport conventionnel) (24). Dans ce cas, il est proposé de tenir compte de la valeur mesurée des fléchisseurs en mode excentrique par rapport aux extenseurs évalués en mode concentrique, C'est l'évaluation du ratio mixte.

Cette méthode nécessite une coopération plus importante du sujet, notamment si on utilise des vitesses rapides. Elle n'est pas totalement sans risques (25), à l'inverse de l'évaluation en mode concentrique.

D'autres travaux prospectifs sont nécessaires pour mieux préciser l'intérêt de la mesure de ce rapport fonctionnel, dans le domaine de la prévention du risque potentiel de lésions musculaires ou ligamentaires, et tout particulièrement en fonction de la discipline sportive.

Le moment maximal de force reste le paramètre de référence, que les mesures soient réalisées en mode concentrique ou excentrique.

Toutefois, des travaux très récents (26) tendraient à prouver que l'angle pour lequel survient le moment maximal de force pourrait être modifié en cas de lésions anciennes des fléchisseurs et, serait donc un paramètre intéressant à prendre en compte, au même titre que les résultats obtenus en mode excentrique.

L'isocinétisme est un bon outil de mesure de la force musculaire pour le suivi médico-physiologique du sportif.

III. Confrontation des valeurs de référence aux données de la littérature :

Pas de consensus pour les valeurs seuils des ratios chez le footballeur : Cette absence de norme, est d'ailleurs citée dans deux thèses , qui recherchaient si le déséquilibre musculaire mesuré par isocinétisme était un critère prédictif de lésion des IJ chez le footballeur de haut niveau (11)(24). Ces études rétrospectives utilisaient partiellement les seuils de CROISIER et al

(16).

La principale critique concernant ces valeurs , est qu'elles ont été établies à partir d'une population « standard ». Elles ne sont pas pertinentes pour des footballeurs de haut niveau.

Croisier et al, précisent d'ailleurs, dans cette étude, que des « valeurs de référence devront être recherchées pour les autres populations spécifiques »(16).

L'ANAES en 2001 va dans ce sens en précisant que le moment maximum dépend de nombreux facteurs dont le niveau d'activité sportive du patient (athlète ou non sportif) (15).

En effet , l'activité sportive , par le caractère stéréotypé et répétitif de certains mouvements, modifie la valeur des paramètres mesurés, et en particulier les ratios agonistes/antagonistes. Selon Codine et al , l'élaboration de normes et leur utilisation par comparaison à des patients, doit tenir compte des caractéristiques de la population étudiée (âge, sexe, profession, activité physique (14).

Dans le football Français, les premières valeurs moyennes des MFM mises en place sont celle de Le Gall et al, réalisées en 1999, sur un appareil CYBEX 340(39).

701 joueurs de football masculins de haut niveau (Clairefontaine) avaient été évalués afin d'identifier un profil isocinétiques en fonction de l'âge. Les calculs de « normes » du moment de force maximum (MFM), et des ratios ont été réalisés de manière uniquement concentrique (60°/s et 240°/s).

Ce modèle n'est quasiment plus utilisé dans le football Français. Aujourd'hui, les machines ne sont plus de la même génération.

Plusieurs paramètres peuvent être quantifiés par le dynamomètre isocinétique selon des mouvements réalisés en mode de contraction concentrique ou excentrique et à différentes vitesses angulaires définies par le protocole.

Le paramètre le plus utilisé (car le plus reproductible) est le moment de force maximum (« peak torque » traduit aussi par couple de force, pic de couple ou moment maximum) qui est le moment de force le plus élevé développé au cours du mouvement exprimé en newton -mètre (Nm). Le MFM relatif par Kg de poids corporel est intéressant lorsque la comparaison entre les

deux cotés ne peut pas être réalisée (atteinte bilatérale) ou lorsque l'on souhaite comparer des individus dont le poids et les masses musculaires sont différents.

A partir du MFM, deux autres paramètres sont mesurés : le travail et la puissance qui correspondent à des intégrales (première et seconde respectivement) du moment de force. De ce fait, ces paramètres sont moins reproductibles que le moment de force. Le travail maximum correspond à l'intégration de la surface située sous la courbe (MF en ordonnées et angle de flexion en abscisse) et s'exprime en joules (J). Il dépend de l'amplitude du mouvement et il nécessite donc de délimiter des limites angulaires au mouvement de manière identique pour tous les sujets évalués. La puissance s'exprime en watts (W) et correspond au produit du moment de force par la vitesse.

Les valeurs seuils de Croisier et al, de 1999, bien que largement utilisées dans de nombreuses études rétrospectives et prospectives (12) (27) (28) (29) (30) (31) ne semblaient pas adaptées pour le footballeur de haut niveau, car elles furent établies à partir de 20 sujets sédentaires (22).

La même méthodologie statistique que celle de cette étude a été utilisée.

En accord avec la littérature, les MFM de nos résultats sont (14):

– En concentrique, la force musculaire décroît avec l'augmentation de la vitesse de l'exercice.

Avec une moyenne des MFM des fléchisseurs à droite de 153,04 et à gauche de 161,73 à la vitesse de 30 degré/seconde et qui décroissent respectivement à 147,11 et 140,96 à la vitesse de 60 degré/seconde.

– A l'inverse, en excentrique, la force développée croît avec la vitesse de l'exercice.

Egalement en accord avec la littérature, nous remarquons que pour une vitesse donnée (14):

– La force développée par les extenseurs (Quadriceps) est plus grande que celle des fléchisseurs (Ischio-jambiers). Ce qui est confirmé par l'analyse des ratios.

– La force développée en excentrique est supérieure à celle développée en concentrique

Dans le football Français, les premières valeurs moyennes mises en place, sont celles de Le Gall et al, obtenues à partir d'une population de 701 joueurs de football masculins de haut niveau sur un appareil CYBEX 340° (33).

Les moyennes du moment de force maximum (MFM) et des ratios ont été réalisées de manière uniquement concentrique. Contrairement à notre étude où nous avons étudié les MFM en concentrique mais aussi en excentrique.

Nos résultats sont partiellement similaires à ceux de Le Gall et al, mais il existe quelques variations en fonction de la vitesse angulaire utilisée et du mode de contraction.

Cela peut être dû à un manque de reproductibilité inter-machine due à une marque différente, et surtout, à une génération d'appareil différente (34).

En 2009, Lehance et al, ont appliqué un protocole similaire à notre étude, chez des footballeurs Belges de haut niveau à l'aide d'un appareil CYBEX NORM®(31). Dans leur discussion, ils soulignent que leur population a des valeurs nettement plus basses que celles de Le Gall et al, (33).

Cette observation est confirmée par nos résultats sauf pour la force des fléchisseurs en excentrique qui est similaire, d'où un ratio mixte chez Lehance et al, plus élevé.

Effectivement, comme la force des IJ à 30° en excentrique est similaire à celle que nous avons observée, mais que leur force des Q est plus faible (surtout à 60°/seconde), nous constatons une valeur moyenne du RM plus élevée que la nôtre.

Notons, que les valeurs de leurs ratios conventionnels sont similaires aux nôtres.

IV. Les MFM et les ratios en fonctions de la latéralité :

Comment définir le côté dominant (D) ? Pour de nombreuses études isocinétiques étudiant le footballeur, le côté dominant est la jambe de frappe (22) (28) (33) et par conséquent, le côté non dominant(ND) est la jambe d'appui.

Les études concernant l'influence du membre dominant sur les valeurs mesurées lors des tests isocinétiques ont montré des résultats discordants mais la tendance chez les joueurs de haut niveau est l'absence d'asymétrie.

Dans une étude de Le Gall et al, étudiant 701 footballeurs de haut niveau, Le Gall et al, ne retrouvent pas d'asymétrie entre côtés dominant ou non ce qui suggère que sa présence est anormale même si on note une tendance à des IJ plus forts côté dominant (33).

Cette absence d'asymétrie chez le footballeur de haut niveau est retrouvée par de nombreuses études (28)(29)(32)

Les études montrant une asymétrie, s'appuient sur des petits échantillons (Gür et al 1999 : 25 footballeurs Turcs de 1D (14) ; Delemme et al 1999 : 34 footballeurs 1D (16) ; Maly et al 2010 : 12 joueurs Tchèque en formation, uniquement pour les extenseurs (31)).

Nous avons constaté qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative, entre les côtés droit et gauche, dominant et non dominant, tant sur le Pic de Couple que sur la puissance moyenne.

L'absence d'asymétrie entre membre D et ND, avait déjà été observée par plusieurs auteurs auprès des populations de footballeurs (33) (35) (36) (37) (38).

Hammami et al. a souligné dans son étude qu'aucune différence significative n'a été mise en évidence entre le coté dominant et non dominant [39]. La tendance des ischio-jambiers à être plus forts du coté dominant peut-être expliquée par le rôle important qu'ils jouent au cours de la frappe de balle pour freiner l'extension de la jambe sur la cuisse. Ils sont également très sollicités au cours des phases dynamiques sans ballon, telles que les accélérations. Or, le jeu avec ballon ne représente finalement qu'une part peu importante d'un match et par ailleurs, au cours des séances d'entraînement, le travail des deux pieds est plus privilégié, expliquant ainsi la tendance à l'asymétrie de force musculaire [40].

Selon Wrigley et Strauss (1998), contrairement aux membres supérieurs, il n'existe pas aux membres inférieurs de différence de force marquée chez les sportifs. Même s'ils pratiquent une activité sportive asymétrique (saut, hand ou football) .

Ces résultats sont compatibles avec les nôtres, ceci tend à prouver qu'actuellement, les footballeurs professionnels n'ont plus réellement de « côté dominant ».

Certes lors de la comparaison des MFM des extenseurs et des fléchisseurs en concentrique du côté dominant et non dominant dans notre série, on note que les valeurs des MFM du côté dominant sont légèrement supérieures au côté non dominant, mais il reste une différence statistiquement non significative. Fossier avait retrouvé ce même résultat dans une population de 250 sujets pratiquant différents sports.

Ce résultat peut être expliqué par le fait que les joueurs de haut niveau alternent les pieds de pivot gauche et droit, dribblent et shootent parfaitement des deux pieds. Ceci laisse supposer qu'ils pourront être l'objet d'accidents articulaires des deux côtés.

Parmi les résultats obtenus pour les asymétries bilatérales, une donnée peu décrite dans la littérature, a attiré notre attention. En effet, il arrive que pour un muscle étudié, la valeur d'asymétrie soit positive à une vitesse et négative à une autre. Ce phénomène se retrouve également en fonction du mode de contraction.

Comment expliquer cette « asymétrie atypique » :

Existe-t-il une mauvaise reproductibilité des tests en fonction de la vitesse ?

Certains joueurs expriment avoir plus de difficulté à réaliser le test lorsque la vitesse est élevée.

Cette notion est confirmée par l'ANAES qui souligne que la variabilité des mesures est d'autant plus élevée que la vitesse angulaire est rapide [39]. Cela pourrait remettre en cause la validité du test à vitesse rapide ;

Existe-t-il une mauvaise reproductibilité des tests en fonction du mode de contraction ?

Selon une étude sur le travail excentrique, il semblerait qu'il existe une différence nette de la force entre les sujets entraînés à cet effort et ceux qui ne le sont pas [40].

Chez le sujet entraîné à l'effort excentrique, une adaptation corticale permettrait de retarder l'inhibition de contraction généralement observée pour les efforts supra maximaux : le *Clasp Knife Reflex* [40,41].

Effectivement, lors d'une contraction excentrique, la force augmente progressivement jusqu'à une position proche de l'étirement maximal. Une fois le moment maximal atteint (cliniquement en course externe), il est décrit une sidération réflexe provoquant une chute brutale de la force du muscle : le *Clasp Knife Reflex* [41].

Nous pouvons supposer que chez les sujets moins bien entraînés, il existe une difficulté de « contrôle neuromusculaire » qui pourrait expliquer cette « asymétrie atypique ».

Les résultats de notre étude montrent des asymétries le plus souvent inférieures à 10%, ce qui rejoint également les résultats du sondage où les principales valeurs à partir desquelles l'asymétrie est considérée comme pathologique, sont situées entre 10 et 15 % (42)

Au total, et dans le cadre de la pathologie, il paraît judicieux de conserver les critères proposés par Sapega (43) : un déficit inférieur de 10 %, par rapport au côté sain peut être considéré comme négligeable. Un déficit compris entre 10 et 20 % peut être pathologique. Au-delà de 20 % il est très probablement anormal.

V. Variation des MFM en fonction du poste de jeu et de l'âge :

Notre étude a concerné les différents postes de jeu occupés dans une équipe de football, dont celui des gardiens de but, poste qui, à notre connaissance, n'est pas évalué dans la majorité des études de la littérature.

L'effectif de nos joueurs était faible, particulièrement celui des gardiens qui étaient au nombre de trois seulement. Cela s'expliquerait par le fait que dans les sports collectifs comme le football, le hockey ou le handball, le nombre de gardiens s'entraînant avec l'équipe soit réduit par rapport à celui des autres joueurs.

La particularité de l'évaluation (isocinétique) et de la population étudiée (sportifs) fait que dans de nombreuses études de la littérature, les effectifs soient : deux groupes de 16 footballeurs (44), 22 gymnastes et 38 footballeurs (45), 20 gymnastes et 58 footballeurs (46), 15 handballeurs (47), 16 rugbymen (48).

Notre série a été répartie en deux groupes en fonction du poste de jeu :

Premier groupe : Représenté par les attaquants et les milieux terrain offensifs

Deuxième groupe : Représenté par les milieux terrain défensifs, défenseurs et les gardiens de but.

La comparaison des MFM des fléchisseurs et des extenseurs en concentrique et excentrique de nos deux groupes objective le même résultat, la moyenne des MFM du groupe 2 était un peu plus supérieur à la moyenne des MFM du groupe 1, dans les différentes vitesses.

Ce résultat peut être expliqué du fait que la moyenne d'âge du premier groupe est de 23,5 ans alors que le groupe 2 est de 28,5 ans, ainsi qu'une moyenne de poids de 70,7 kg du premier groupe et de 79kg du deuxième groupe.

L'âge est un facteur pouvant expliquer les différences de valeurs moyennes isocinétiques entre les moins âgés et les plus âgés en faveur de ces derniers et dans le même type de sport (35). Ce résultat se voit même chez les non-entraînés (49).

Dans leur travail sur l'influence de l'âge et de l'activité sportive sur le profil isocinétique des muscles quadriceps et ischio-jambiers de jeunes sportifs (45), Amato et al. Montrent que les footballeurs les plus âgés présentent des valeurs absolues moyennes supérieures aux jeunes. Ainsi, le groupe de 20 ans présente des valeurs moyennes supérieures au groupe de 17 ans, lui-même supérieur au groupe de 15 ans.

MASSON Etienne lors de son évaluation isocinétique du genou chez des footballeurs de haut niveau du Club des Girondins de Bordeaux, a noté une tendance à un gain des MFM absolus d'environ 20-23 % pour les extenseurs entre les joueurs U19 (17.3 ans) et professionnels (24.2 ans). (22)

Rapporté au poids, il a noté un léger gain de 8 et 11 % respectivement pour les vitesses de 240 et 60°/seconde entre les joueurs U19 et professionnels. (42)

Ces résultats sont compatibles avec les nôtres, l'augmentation des séances d'entraînement et le nombre de rencontres sportives avec l'âge, notamment chez les professionnels, concourraient au perfectionnement et à l'optimisation (50),

Selon Le Gall et al, les IJ semblent avoir atteint leurs valeurs maximales brutes dès l'âge de 16 ans.

En revanche, au niveau des Q, le pic apparait décalé dans le temps. Si les gains sont moins importants au cours de la croissance que les IJ, ils se poursuivent plus longtemps au cours de la croissance selon Le Gall et al, (51). Ceci est également retrouvé par Lehance et al, (31).

La force brute des Q augmente jusqu'à l'âge de 20 ans mais il n'y a plus de différence significative à partir de l'âge de 17 ans selon les résultats de Le Gall et al (33).

Rapporté au poids corporel, il semble qu'à 17 ans les jeunes soient proches de leur force relative maximale des fléchisseurs et des extenseurs (31) (33).

L'association quantitative et qualitative des charges de travail liées à l'entraînement et à la compétition favorisent l'adaptation musculo-articulaire.

D'un point de vue structural, nous notons une baisse du pourcentage de fibres de type I (fibre lente) avec l'âge au profit des fibres de type II (fibre rapide) dans le vaste latéral [52]. Or certains auteurs montrent une corrélation entre l'expression d'une grande force et le pourcentage élevé de fibres de type II [40, 53, 54].

Les fibres lentes de type I, très vascularisées, possèdent un métabolisme oxydatif. Elles contiennent de nombreuses mitochondries et sont riches en myoglobine. Elles sont peu fatigables et autorisent des contractions musculaires prolongées ;(54)

Les fibres rapides de type II contiennent beaucoup plus de myofibrilles et possèdent une capacité importante de pompage du calcium. Leur métabolisme est glycolytique. Leur réseau capillaire est pauvre et elles contiennent peu de mitochondries. Elles se contractent de manière rapide et importante et possèdent peu « d'endurance ». (54)

Le muscle strié, selon sa fonction, possédera une prédominance de fibres lentes ou de fibres rapides.

Ces modifications myotypologiques pourraient influencer les résultats en faveur des sportifs les plus âgés.

VI. Interprétation de la relation ratio classique et mixte et leurs relations avec les blessures :

Les muscles travaillent souvent en excentrique et le genou peut être le lieu de surmenage conduisant à des pathologies s'élevant en moyenne à 12,5 % des lésions observées par rapport aux autres articulations (55).

La lésion musculaire des IJ est la blessure la plus fréquente du footballeur (56) (57). Son incidence semble augmenter au fil des années contrairement aux autres blessures qui paraissent stables (58). Selon Elkstrand et al, sur une équipe de 25 joueurs, on peut prévoir 7 lésions des IJ chaque saison (57). Woods et al, vont dans le même sens en montrant qu'en moyenne chaque club peut observer 5 lésions des IJ par saison, représentant environ 90 jours d'absence et 15 matchs manqués (56).

En plus d'être très fréquentes, elles entraînent des absences plus longues et un taux de récurrence nettement supérieur par rapport aux autres blessures rencontrées dans le football (56) (57) (59).

Malgré cette incidence élevée, il n'existe aucun consensus sur la prise en charge d'une lésion musculaire, ni sur les critères de reprise comme l'a souligné la F-MARC (FIFA Medical Assessment and Research Centre) en 2004(56).

Dans cette étude épidémiologique, la F-MARC montre que certains clubs présentent nettement plus de lésions et de récurrences des IJ que d'autres. Rochcongar et al, arrivent aux mêmes conclusions dans le football Français (60). Cela suggère que ces lésions peuvent être prévenues en maîtrisant les facteurs de risque (66).

Pour rechercher des facteurs de risque impliqués dans les blessures du sportif il faut respecter un certain nombre d'étapes. Selon Van Mechelen, les différentes étapes de l'étude de la prévention des blessures, doivent être bien codifiées.

Il est nécessaire d'avoir dans un premier temps une étude épidémiologique fiable, puis de rechercher des facteurs de risque afin d'appliquer ensuite des protocoles préventifs et de mesurer leur impact (61).

L'étude des ratios classiques IJ/Q et plus spécifiquement le ratio mixte MFMIJexc30°/MFMQcon240° est particulièrement intéressante.

Concernant le ratio agoniste/antagoniste, nos données rejoignent celles de la littérature, avec une augmentation du rapport avec la vitesse du test, sans différence statistiquement significative entre coté dominant et non dominant.

En effet, Pentaga, a trouvé que la valeur moyenne du ratio fléchisseurs / extenseurs du genou (IJ / Q) est d'environ 60% à la vitesse angulaire du mouvement lent de 30 o – 60 o/s (62). L'intérêt du rapport agonistes/antagonistes reste parfois controversé mais plusieurs équipes suggèrent qu'un déséquilibre du ratio peut favoriser la survenue de blessures musculo-ligamentaires (11-12).

Actuellement les équipes tendent à utiliser le rapport mixte fléchisseur excentrique/quadriceps concentrique qui s'accorde mieux avec la réalité clinique, et qui ouvre la voie également à la rééducation isocinétique en mode mixte concentrique pour le quadriceps et excentrique pour les ischio-jambiers (11).

Le ratio mixte ischio-jambiers (excentrique)/quadriceps (concentrique) est plus sensible dans le dépistage des asymétries des fléchisseurs du genou chez les sportifs à risque de lésion musculaire (63).

La fatigue musculaire a été suggérée comme un facteur de risque des lésions musculaires des ischio-jambiers ce qui explique l'importance de l'évaluation de l'indice de fatigue par l'isocinétisme(64).

Il faut savoir qu'un rapport ischio-jambiers / quadriceps abaissé favorise les lésions des muscles de la face postérieure de la cuisse (65). Cette remarque est très significative chez les footballeurs chez qui les ischio-jambiers luttent par une contraction excentrique contre une extension rapide ou puissante du segment jambier (66)(67)(68)(69). L'intérêt de ce type de profils musculaires, reflète d'une pratique sportive orientée, est double (70) ; Ils mettent en évidence d'une part, l'idéal à atteindre et permettent d'orienter l'entraînement afin d'obtenir l'équilibre musculaire défini chez les élites sportives (71)(72), d'autre part, les profils musculaires

permettent la découverte de déséquilibres musculaires méconnus, à l'origine de blessures. (73)(74)

De nombreuses études isocinétiques se sont attachées à calculer le ratio IJ / Q dans différentes populations. (75)(76)

Chez les sujets sains, entre 20 et 30 ans, ce rapport varie entre 56% et 76% en fonction de la vitesse du mouvement (77,78, 79).

Dans notre série et à une vitesse de 60° les ratios classiques varient entre 63% et 72%, ce qui explique les taux relativement bas des blessures limitées à 19% musculaires et 7% osteo-articulaire.

Le problème majeur d'un déséquilibre du potentiel musculaire est l'augmentation des risques de traumatismes musculo-ligamentaires.

Au cours des entraînements et plus particulièrement des compétitions, les footballeurs réalisent une moyenne de 100 sprints courts [54,80]. Ce type de déplacement sollicite intensément les ischio-jambiers en mode concentrique lors de l'appui au sol du pied et de manière excentrique lors des phases d'extension du genou et de frappe de balle. Cette contraction permet de contrôler l'activité concentrique du quadriceps et protège les structures ligamentaires de l'articulation du genou [53, 81].

Ce rôle important des ischio-jambiers, dans le contrôle du genou en charge, est maintenant bien défini, tant dans le plan sagittal que dans le plan horizontal, où la rotation du genou doit être, en permanence, ajustée en pratique sportive (82, 83).

Lors des accélérations, les ischio-jambiers interviennent en synergie avec le quadriceps.

Lors du shoot, ils contrôlent l'extension brutale du genou et évitent l'impaction des plateaux tibiaux sous le fémur et la mise en tension trop importante du ligament croisé anté-ro-externe. Ce déséquilibre musculaire peut avoir d'autres conséquences. (84)

La surcharge de tension appliquée aux insertions des ischio-jambiers peut être à l'origine de pathologies tendineuses. Une mauvaise balance musculaire peut également, à moyen ou long

terme, avoir un rôle athérogène sur l'articulation. Il est évident que cette évaluation chiffrée n'a d'autre but que de mettre en exergue certains problèmes et d'apporter des solutions. (84)

Le renforcement dirigé des ischio-jambiers est ici nécessaire. Les techniques sont multiples et bien connues. Compte tenu du morphotype particulier de ces muscles chez les footballeurs, il ne faudra pas omettre d'y associer, impérativement, à tous les stades, les techniques de stretching (85) (86).

Il semble bien établi, à l'heure actuelle, qu'un bon ratio IJ/Q soit le garant d'une protection articulaire active, lors des positions d'instabilité du genou (87) (88). Il est donc licite d'évaluer ce rapport, en particulier dans une équipe de footballeurs professionnels, de proposer des solutions pour renforcer, le cas échéant, des muscles qui ne se seraient pas développés de manière symétrique par rapport aux muscles antagonistes.

Croisier et al, en étudiant des joueurs de football professionnels, montrent dans deux études, que les joueurs présentant un déséquilibre musculaire en pré-saison, ont un risque 4 à 5 fois plus élevé d'avoir une lésion des IJ dans la saison que ceux qui n'en ont pas (12) (27).

Outre cela, tous les ratios IJ/Q en concentrique augmentent avec la vitesse. L'augmentation du pourcentage des fibres de type II des ischio-jambiers donnent à ces muscles un potentiel leur permettant d'augmenter le ratio avec la vitesse (32).

Le ratio IJ/Q en concentrique semble une constante, indépendant du côté testé. La vitesse est le seul facteur du test pouvant le modifier (16). Pocholle et Codine confirment que le ratio est indépendant de l'âge, du sexe et du côté testé (51).

L'absence de déséquilibre entre les muscles antagonistes du genou dans notre population rassure en matière de prévention des lésions musculo-ligamentaires. Toutefois, le suivi pendant la saison sportive est le seul garant de ce résultat, de telles mesures doivent être faites sur le même appareil pour une meilleure reproductibilité.

Une limitation de l'étude approfondie des lésions musculaires et de leur gestion tient de l'absence d'une classification unique des blessures musculaires.

Chaque année de nouvelles classifications apparaissent .Pour preuve, en 2012 une équipe en a proposé une [90], puis en 2013, une équipe allemande a développé une autre [24] et en 2014, une équipe anglaise a suggéré une nouvelle [91]. La plupart sont des combinaisons d'évaluations clinique et radiologique.

En France, la principale classification faisant référence est celle que Rodineau et Durey ont proposé dans les années 1990 [92] .

Tableau XXIV : Classification lésionnelle musculaire de Rodineau et Durey et correspondance clinique et radiologique (IRM et échographique) (93)

Les lésions intrinsèques peuvent être classées en 5 stades (de 0 à 4).

GRADE 0 (Courbatures ou DOMS = Delayed Onset Muscle Soreness)	-Atteinte réversible de la fibre musculaire -Pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien	Hypertrophie du muscle (Hyper T2 et hyperéchogène)
GRADE 1 (Contracture)	-Atteinte irréversible de la fibre musculaire -Pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien	Remaniement (« nuage ») hyperéchogène et hyper T2 intra-musculaire sans désorganisation de l'architecture musculaire
GRADE 2 (Élongation)	-Atteinte irréversible d'un nombre réduit de fibres musculaires -Atteinte du tissu conjonctif de soutien sans désorganisation exagérée	Plage hyper T2 ou hyperéchogène à contours flous et irréguliers (flammèches) avec désorganisation de l'architecture musculaire
GRADE 3 (Claquage)	-Atteinte irréversible d'un nombre important de fibres musculaires -Atteinte du tissu conjonctif de soutien + hématome	Pas d'hématome Décollement focal avec hématome
GRADE 4 (Rupture)	-Rupture partielle ou totale d'un muscle -Atteinte massive du tissu conjonctif de soutien	Désinsertion ou rupture d'un faisceau musculaire avec rétraction Hématome volumineux et diffus

C'est une classification histologique qui peut être rattachée à une classification clinique et radiologique. Cependant, elle n'est pas reconnue sur le plan international.

Actuellement selon Mueller et al., [91], la classification la plus utilisée sur le plan international est celle de Stoller et al., [94] .

Tableau XXV : Classification lésionnelle musculaire de Stoller et al (94)

C'est une classification radiologique par IRM. Les lésions peuvent être classées en 4 stades :

GRADE 0	-IRM négative = aucun signe à l'imagerie
GRADE 1	-IRM négative = 0 % de dégâts structurels du muscle. Préservation de la morphologie musculaire.
GRADE 2	-Œdème en hyper signal avec ou sans hémorragie -IRM positive avec une déchirure partielle pouvant atteindre jusqu'à 50 % des fibres musculaires -Hémorragie en hyper signal focal -Hyper signal de la lacune avec rétraction partielle des fibres musculaires
GRADE 3	-IRM positive = 100 % de dégâts structurels du muscle -Déchirure complète avec hyper signal liquide qui remplit la lacune -Avec ou sans rétraction musculaire

Hamilton et al., en 2015, ont réalisé une méta-analyse sur plus de 100ans afin de comprendre l'évolution historique de la « classification » et de la « gradation » des blessures musculaires [95].

Effectivement, sur le plan sémantique, Hamilton et al. Précisent que les termes « classification » et « gradation » ne se réfèrent pas au même processus. « La classification des blessures » consiste surtout à décrire ou catégoriser une blessure (par sa localisation anatomique, le mécanisme lésionnel direct ou non, la présence d'une pathologie sous-jacente). En revanche, une « gradation » fournit une indication de la gravité des blessures [95,96].

Cette nuance est peu faite dans le vocabulaire français où le terme « gradation » est surtout utilisé en oncologie et le terme de classification inclut déjà la notion de sévérité [97,98].

Cette précision sémantique est soulignée par Hamilton et al. Car l'autre problème des classifications est l'absence d'études pour corrélérer les « grades lésionnels » avec un délai de reprise du joueur [95].

Pour eux, seule la classification de Munich [99] a été soumise à une étude de ce type et, surtout, sur une large population (31 clubs professionnels européens) [96]

VII. Discussion sur la méthode :

1. Limites de l'évaluation isocinétique :

Une limite de l'évaluation isocinétique est de ne pas reproduire les conditions physiologiques dans lesquelles surviennent, le plus souvent, les lésions :

- L'évaluation est réalisée en chaîne cinétique ouverte alors que les mouvements des sportifs correspondent le plus souvent à des exercices en chaîne fermée (21).
- Le mouvement en physiologie humaine n'est jamais un mouvement isocinétique (89).
- La vitesse angulaire : la vitesse de réalisation des tests est souvent trop basse pour mimer les exercices sportifs (pour le genou, lors de marche, la vitesse angulaire est d'environ 230°/seconde et croit lors de la course à plus de 1.100°/seconde (21)).

2. Fiabilité :

Comparaison avec d'autres méthodes d'évaluation musculaire :

Selon l'ANAES bien qu'aucune étude n'ait permis de montrer que les tests isocinétiques sont plus performants que d'autres méthodes de testing musculaire, ils présentent, par rapport aux techniques disponibles, des avantages en termes de reproductibilité et en termes de quantification de la performance.

Ces deux avantages ont un intérêt pratique pour le suivi des patients (15).

Pour CROISIER et al, comparativement aux techniques classiques d'évaluation, l'isocinétisme autorise une mesure précise et reproductible de la force musculaire dynamique , dans des contextes pathologiques variés. La quantification d'asymétries et de déséquilibres musculaires permet l'individualisation du traitement et un suivi longitudinal spécifique, régulièrement adapté (21).

Les méthodes classiques (périmètre musculaire, testing manuel, évaluation dynamique en charge fixe) se caractérisent par un niveau insuffisant de précision, de reproductibilité et de spécificité (100).

Cependant, les facteurs de variabilités doivent être contrôlés afin d'optimiser la reproductibilité des mesures isocinétiques(101).

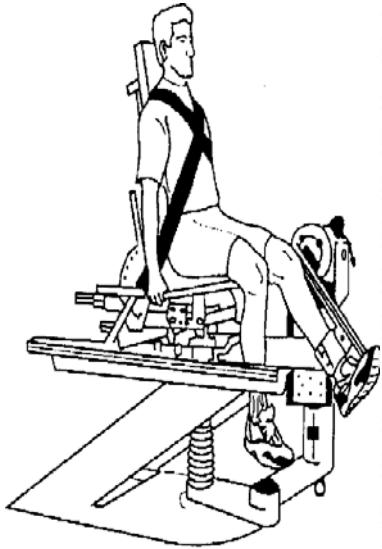
Actuellement il existe un seul consensus qui porte sur la réalisation du test. (102)(103)

Les autres paramètres tels que le protocole d'évaluation et les seuils pathologiques utilisés sont très hétérogènes :

- Facteurs de variabilités non liés à l'individu.
- L'installation et la préparation du joueur pour réalisation du test est consensuelle pour le genou. (104)

Les modalités optimales de standardisation de la réalisation du test doivent être strictement respectées. Selon Rochcongar et al, elles font l'objet d'un consensus (38).

Selon Pocholle « l'installation du sujet conditionne la fiabilité et la reproductibilité des mesures et le test s'effectue de façon unanimement reconnue selon les modalités suivantes » (21):



- En position assise, avec une inclinaison postérieure de 15 à 20° du tronc par rapport à la verticale.
- Le sanglace du bassin, thorax et de la cuisse testée.
- Les amplitudes articulaires sont libres mais il faut préciser le secteur angulaire employé.
- Laisser libre le membre controlatéral sans ordonner d'activité volontaire particulière.
- Le pied doit rester libre lors du test.
- L'axe du dynamomètre doit être parfaitement aligné avec le centre articulaire moyen de flexion-extension du genou.
- Absence de « feed back visuel ».
- Chaque test est précédé d'une période d'échauffement et d'apprentissage de la machine.
- Tenir compte du poids de la jambe: elle se fait en extension active.
- Il faut également préciser la position des bras et la position du bras de levier(14).

Figure 16 : L'installation du joueur pour la réalisation du test isocinétique. (105)



Figure17 : Sportif en condition pour la réalisation d'un test isocinétique du genou (106).

Reproductibilité INTER-MACHINES

Pour l'ANAES les études sur la reproductibilité inter-tests montraient que les résultats n'étaient pas superposables d'une marque à l'autre et d'une génération d'appareils à l'autre (19) (102). Rochongar va dans le même sens en indiquant que la comparaison des résultats inter appareils est relativement aléatoire (107) (108).

Dans une étude non publiée de Le Gall de 2009, les 3 marques utilisées dans le football français sont CYBEX®, BIODER® et CON-TREX®: 32 avaient répondu à la question sur la marque et le modèle d'appareil isocinétique utilisé (1 club possède 2 appareils de marques différents)(98): 8 clubs utilisent un BIODER®(109), 12 clubs utilisent un CON-TREX® (110)et 13 clubs utilisent un CYBEX® (111)

L'étude de 2015 de ALVARES et al, montre une bonne reproductibilité des valeurs entre les marques BIODER® et CYBEX®(108). Leurs données suggèrent qu'il est possible d'extrapoler les valeurs individuelles d'une machine à l'autre(112) (113).

Le principal souci de reproductibilité, provient du nombre important des protocoles d'évaluation (et donc des seuils utilisés). (114)

L'ANAES dès 2001 expliquait que « la normalisation des paramètres mesurés sur appareil d'isocinétisme, doit tenir compte du manque actuel de standardisation des protocoles de réalisation des tests » (19)

3. L'absence de possession d'un appareil isocinétique chez les clubs de football professionnel :

Le coût est la raison évoquée pour justifier le fait que le club ne possède pas son propre appareil, d'où cette différence de possession en fonction des différents niveaux du championnat. L'étude de l'ANAES de 2001 montrait qu'en moyenne le prix d'un appareil variait de 40 000 euros à plus de 90 000 euros [19].

Parmi les raisons du non-emploi de l'isocinétisme, deux clubs citent également l'absence de connaissances d'utilisation tant pratiques que théoriques (115). L'ANAES avait déjà pointé qu'au coût d'achat devaient être ajoutés des coûts élevés de formation et en personnel liés au temps d'utilisation de la machine [19].

L'autre raison évoquée a été l'absence d'intérêt sur le plan de la rééducation et de l'évaluation musculaire. Effectivement, certains auteurs ne considèrent pas le déséquilibre musculaire comme étant un facteur de risque de lésion des ischio-jambiers. Ce point est très controversé comme le montre de nombreuses méta-analyses [116-117].

VIII. Perspectives :

Utiliser l'isocinétisme comme un critère de reprise sportive après une lésion musculaire ?

Malgré une incidence élevée de lésion des IJ, il n'existe aucun consensus sur la prise en charge d'une lésion musculaire, ni sur les critères de reprise (56).

Aucun test, aucune observation clinique, aucune imagerie n'est parfaitement fiable pour s'assurer, dans des conditions de sécurité maximales, de la possibilité de reprise d'un sportif atteint d'une lésion musculaire.

Il existe des délais physiologiques de cicatrisation qui sont relativement bien connus et il est très probable que la reprise s'effectue toujours avant la fin des processus de réparation qui incluent à la fois la cicatrisation de la lésion et la récupération musculaire.

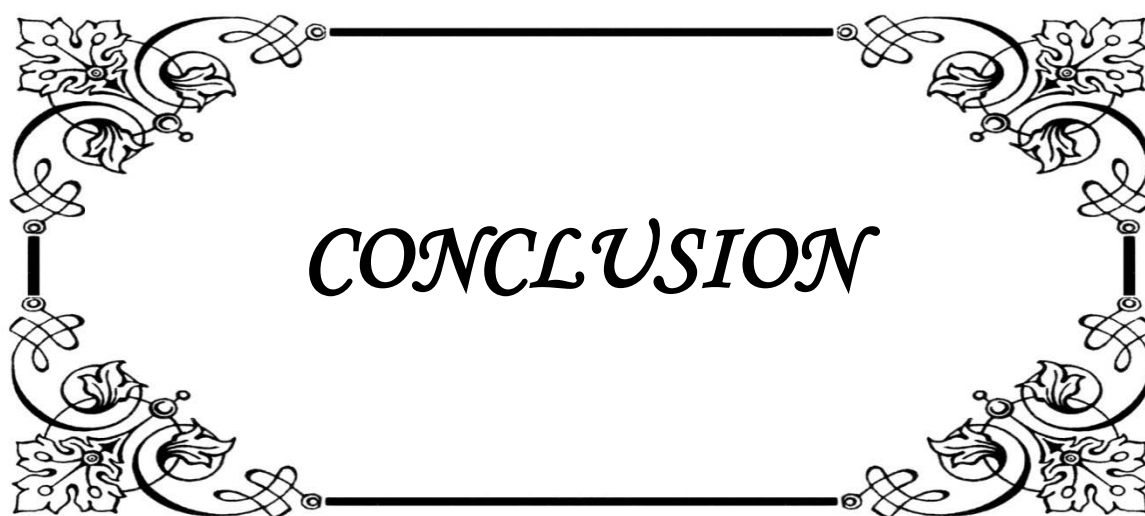
Or dans un staff médical, la question la plus importante est de décider, quand le joueur peut reprendre l'entraînement, en sachant que le principal facteur de risque de lésions des IJ est un antécédent de lésion (117)(119)(120).

Le déséquilibre musculaire, semble également impliqué dans les récurrences des lésions musculaires. Même si le déséquilibre musculaire n'a jamais été prouvé comme facteur de risque de lésion primaire ou secondaire, il semble pourtant impliqué dans la haute fréquence des récurrences car de nombreux articles retrouvent ce déséquilibre après une blessure comme ceux de Tol.JL et al(121), Dauty.M, Potiron.M, Rochcongar.P(122), Sanfilippo.J et al(123).

Des études récentes ont fait l'objet d'interrogations de la part de cliniciens de clubs professionnels, sur leurs pratiques courantes. Delvaux.F, Rochcongar.P et al, ont mené une étude au sein de clubs Français et Belges. Les deux premiers critères rapportés pour autoriser un RTP (=return to play) sont : "l'absence de douleur" et "les performances de la force musculaire"(124).

Cette correction d'un déséquilibre musculaire permettrait de diminuer l'incidence des récurrences des lésions musculaires (125). Heiser et al, arrivent aux mêmes conclusions chez les footballeurs américains (126).

Il serait donc intéressant, de réaliser en fin de cycle de soins après une lésion des IJ, une nouvelle évaluation isocinétique à la recherche d'un déséquilibre persistant, d'autant plus qu'Orchard et al, ont souligné qu'il existe un risque certain de récurrence dans les 8 semaines suivant la reprise de l'entraînement et dans les 4 semaines suivant la reprise de la compétition (127). Cette période de reprise est donc cruciale.



CONCLUSION

Le football, en tant que sport de masse et sport d'élite, s'est considérablement développé ces dernières années. Ceci nécessite un encadrement technique et médical toujours plus performant.

La spécificité de la pratique de ce sport est maintenant bien connue. Les contraintes musculo-articulaires sont importantes, et ne cessent de croître, avec l'évolution actuelle, vers un sport de plus en plus physique

Dans ce cadre, l'isocinétisme s'inscrit comme une technique de référence dans l'évaluation des performances musculaires

Les tests isocinétiques sont fiables, reproductibles et permettent une analyse fine des courbes de couple produites par des groupes musculaires. Cette méthode moderne d'évaluation de la force musculaire permet de mesurer, exactement, la balance musculaire propre à chaque articulation, d'en déceler les imperfections, de proposer des solutions et enfin de suivre les progrès réalisés. Il s'agit d'un outil performant et utile, dans le cas de sportif de haut niveau, permettant d'améliorer la performance et proposant une véritable prévention des accidents musculo-ligamentaires, si préjudiciables dans la carrière de ces athlètes.

Notre étude a permis d'établir et de comparer le profil musculaire isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou chez des joueurs professionnels en fonction de leur poste de jeu.

L'intérêt de ce type de profils musculaires, reflète d'une pratique sportive orientée, est double. Ils mettent en évidence d'une part, l'idéal à atteindre et permettent d'orienter l'entraînement afin d'obtenir l'équilibre musculaire défini chez les élites sportives. D'autre part, les profils musculaires permettent la découverte de déséquilibres musculaires méconnus, à l'origine de blessures.

Nous espérons qu'au terme de ce travail pilote réalisé au service de médecine physique et réadaptations fonctionnelle du CHU Mohammed VI de Marrakech, pouvoir prolonger l'évaluation isocinétique du genou et la rendre de pratique courante dans les différents clubs de football professionnel marocain.

Nous encourageons la réalisation d'autres études multicentriques intéressant les jeunes footballeurs de moins de 16 ans au sein de leurs centres de formations dans toutes les régions du Royaume, afin de prévenir toutes blessures pouvant mettre en péril leurs carrières professionnelles et donc de promouvoir le football marocain.



ANNEXES

ANNEXES :

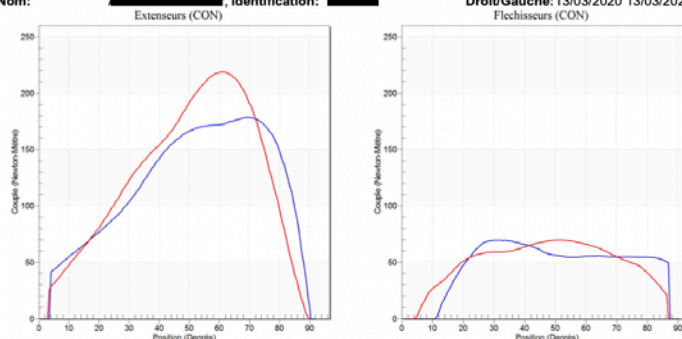
Exemple de rapport d'évaluation isocinétique du genou, d'un joueurs professionnels de notre série :

SERVICE MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION FONCTIONNELLE CHU MOHAMMED VI MARRAKECH

Rapport Long Force vs. Position - Genou Ex/FI
 Nom: [REDACTED] Droit/Gauche: 13/03/2020 13/03/2020
 Date de naissance: 20/06/1996 [REDACTED] Droit Groupe 1:
 Taille: 176 Centimètres Côté dominant: Droit Groupe 2:
 Poids: 70 Kilogrammes Médecin: [REDACTED]
 Sexe: Masculin Opérateur: [REDACTED]
 Diagnostique:
 Type d'opération:

SERVICE MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION FONCTIONNELLE CHU MOHAMMED VI MARRAKECH

Rapport Long Force vs. Position - Genou Ex/FI
 Nom: [REDACTED] Identification: [REDACTED] Droit/Gauche: 13/03/2020 13/03/2020



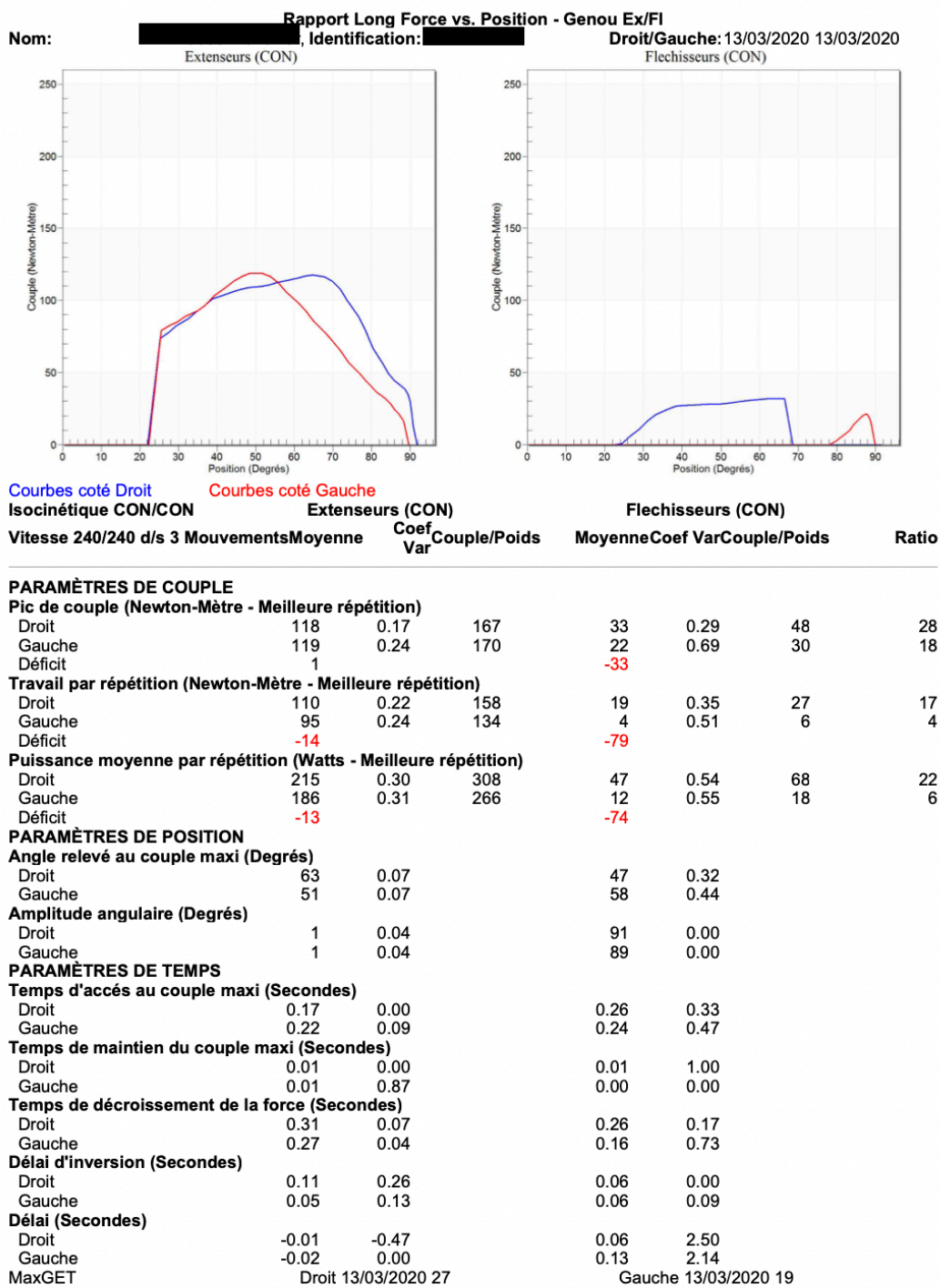
Courbes coté Droit Courbes coté Gauche
 Isocinétique CON/CON Extenseurs (CON) Flechisseurs (CON)
 Vitesse 60/60 d/s 3 Mouvements Moyenne Coef Var Couple/Poids Moyenne Coef Var Couple/Poids Ratio

PARAMÈTRES DE COUPLE			
Pic de couple (Newton-Mètre - Meilleure répétition)			
Droit	179	0.13	256
Gauche	218	0.03	313
Déficit	18		0
Travail par répétition (Newton-Mètre - Meilleure répétition)			
Droit	187	0.17	268
Gauche	194	0.06	277
Déficit	3		2
Puissance moyenne par répétition (Watts - Meilleure répétition)			
Droit	121	0.19	174
Gauche	127	0.16	180
Déficit	5		15
PARAMÈTRES DE POSITION			
Angle relevé au couple maxi (Degrés)			
Droit	62	0.22	50
Gauche	56	0.11	49
Amplitude angulaire (Degrés)			
Droit	1	0.00	91
Gauche	1	0.57	90
PARAMÈTRES DE TEMPS			
Temps d'accès au couple maxi (Secondes)			
Droit	0.35	0.04	0.91
Gauche	0.50	0.00	0.78
Temps de maintien du couple maxi (Secondes)			
Droit	0.04	0.00	0.05
Gauche	0.05	0.35	0.04
Temps de décroissement de la force (Secondes)			
Droit	1.01	0.22	0.66
Gauche	0.91	0.10	0.62
Délai d'inversion (Secondes)			
Droit	0.29	0.00	0.17
Gauche	0.06	0.11	0.08
Délai (Secondes)			
Droit	0.01	0.47	0.05
Gauche	0.00	-4.24	0.04
MaxGET	Droit 13/03/2020 27		Gauche 13/03/2020 19

HUMAC2015® Version: 15.000.0103 © Computer Sports Medicine, Inc. www.csmisolutions.com

SERVICE MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION FONCTIONNELLE CHU MOHAMMED VI MARRAKECH

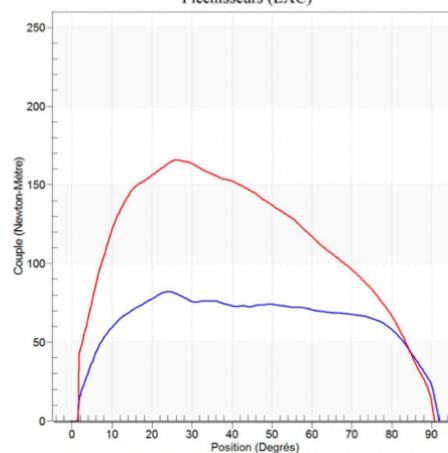
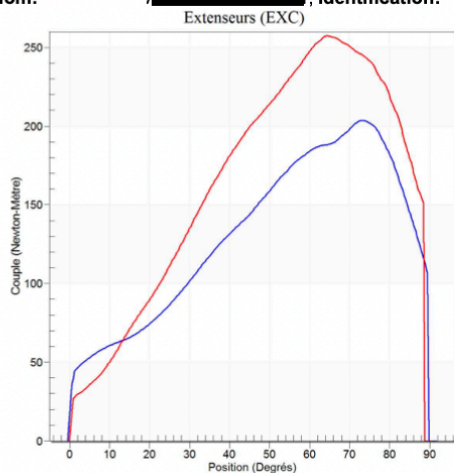
file:///C:/Users/Public/Documents/CSMi/HUMAC2015/Web/10/HUMACReport.htm 17/03/2020



**SERVICE MEDECINE PHYSIQUE ET READAPTATION FONCTIONNELLE CHU
MOHAMMED VI MARRAKECH**

Rapport Long Force vs. Position - Genou Ex/FI

Nom: [REDACTED], Identification: [REDACTED] Droit/Gauche: 13/03/2020 13/03/2020



Courbes coté Droit Courbes coté Gauche
Isocinétique EXC/EXC Extenseurs (EXC) Flechisseurs (EXC)
Vitesse 30/30 d/s 3 Mouvements Moyenne Coef Var Couple/Poids Moyenne Coef Var Couple/Poids Ratio

PARAMÈTRES DE COUPLE

Pic de couple (Newton-Mètre - Meilleure répétition)

	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Pic de couple (Newton-Mètre - Meilleure répétition)	203	258	21	289	367	50	41

Travail par répétition (Newton-Mètre - Meilleure répétition)

	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Travail par répétition (Newton-Mètre - Meilleure répétition)	203	255	20	289	364	44	50

Puissance moyenne par répétition (Watts - Meilleure répétition)

	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Puissance moyenne par répétition (Watts - Meilleure répétition)	66	82	20	95	116	44	50

PARAMÈTRES DE POSITION

Angle relevé au couple maxi (Degrés)

	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Angle relevé au couple maxi (Degrés)	71	63	8	25	28	3	0.12

Amplitude angulaire (Degrés)

	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Amplitude angulaire (Degrés)	91	90	1	0	0	0	1.26

PARAMÈTRES DE TEMPS

Temps d'accès au couple maxi (Secondes)

	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Temps d'accès au couple maxi (Secondes)	2.57	2.17	0.40	2.25	2.14	0.11	0.04

Temps de maintien du couple maxi (Secondes)

	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Temps de maintien du couple maxi (Secondes)	0.05	0.07	0.02	0.06	0.07	0.01	0.17

Temps de décroissement de la force (Secondes)

	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Temps de décroissement de la force (Secondes)	0.62	0.81	0.19	0.74	0.81	0.07	0.05

Délai d'inversion (Secondes)

	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Délai d'inversion (Secondes)	0.67	0.67	0.00	0.44	0.65	0.21	0.13

Délai (Secondes)

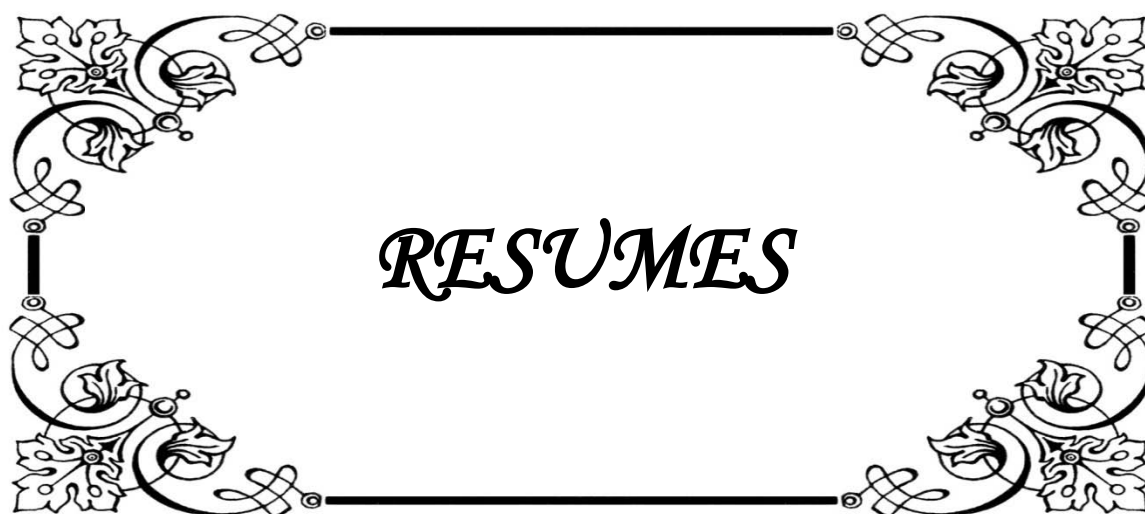
	Droit	Gauche	Déficit	Droit	Gauche	Déficit	Ratio
Délai (Secondes)	-0.06	-0.04	0.02	-0.05	-0.08	0.03	-0.49

MaxGET

Droit 13/03/2020 27

Gauche 13/03/2020 19

HUMAC2015® Version: 15.000.0103 © Computer Sports Medicine, Inc. www.csmisolutions.com



Résumé :

Notre travail porte sur l'exploitation des dossiers de l'évaluation isocinétique du genou chez des joueurs de football professionnel au sein du service de médecine physique et réadaptation fonctionnel du CHU Mohamed 6 de Marrakech étalée sur une période de 6 mois allant de janvier 2019 à juin 2019.

Notre objectif était d'évaluer les muscles fléchisseurs et extenseurs du genou chez des footballeurs professionnels. Et de comparer le niveau de force en fonction du poste occupé sur le terrain.

Vingt-sept footballeurs professionnels (âge moyen de 26,14 ans avec des extrêmes allant de 20 à 40 ans) ont bénéficié d'une évaluation isocinétique bilatérale du genou sur un dynamomètre isocinétique Cybex-NORMTM à trois vitesses angulaires : 60 °/s, 180 °/s et 240 °/s en mode concentrique et excentrique. Le moment maximal et le ratio ischio-jambiers/quadriceps ont été recueillis. Ces sportifs ont été répartis en deux groupes : Premier groupe (attaquant/milieu offensif) et deuxième groupe (gardien/défense/milieu défensif).

Le ratio ischio-jambiers/quadriceps se situait à vitesse lente à 60 °/s entre 63 et 72 %, Globalement, il n'a pas été retrouvé de différence significative entre les côtés droit et gauche, dominant et non dominant, tant sur le Pic de Couple que sur la puissance moyenne.

Cette étude ne montre pas de différence significative de force entre les joueurs des deux groupes, pas de déséquilibre entre les muscles antagonistes du genou, ni de différence entre les deux jambes. Ce qui explique le taux relativement bas de blessures musculo-tendineuses dans notre série de joueurs.

Abstract:

Context: Our work concerns the exploitation of the files of the isokinetic evaluation of the knee in professional football players within the service of physical medicine and functional rehabilitation of the CHU Mohamed 6 of Marrakech spread over a period of 6 months from January 2019 to June 2019

Goal. – Evaluate the flexor and extensor muscles of the knee in professional footballers. And to compare the level of strength according to the position held in the field.

Population and method. – Twenty-seven professional footballers (average age of 26.14 years with extremes ranging from 20 to 40 years) underwent a bilateral isokinetic evaluation of the knee on a Cybex-NORMTM isokinetic dynamometer at three angular speeds: 60° / s , 180 ° / s and 240 / s in concentric and eccentric mode. Maximum moment and hamstring / quadriceps ratio were collected. These athletes were divided into two groups: First group (attacker / attacking midfielder) and second group (goalkeeper / defense / defensive midfielder).

Results. – The hamstring / quadriceps ratio was located at slow speed at /60 between 63 and 72%, Overall, no significant difference was found between the right and left sides, both on the Peak Torque than on average power.

Conclusion. – This study does not show a significant difference in strength between the players of the two groups, no imbalance between the antagonistic muscles of the knee, nor any difference between the two legs. This explains the relatively low rate of musculotendinous injuries in our series of players.

ملخص

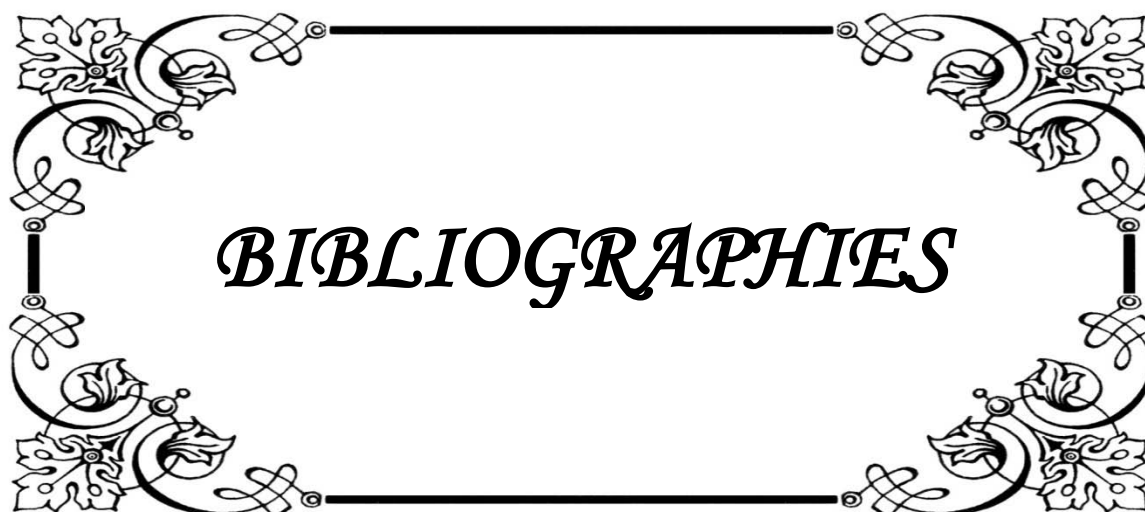
يتعلق عملنا باستغلال ملفات التقييم الحركي للركبة لدى لاعبي كرة القدم المحترفين في مصلحة الطب الفيزيائي والتأهيل الوظيفي للمركز الاستشفائي الجامعي محمد السادس في مراكش الممتدة على مدى 6 أشهر من يناير 2019 إلى يونيو 2019.

كان هدفنا هو تقييم العضلات المثنية والباسطة للركبة لدى لاعبي كرة القدم المحترفين . ومقارنة مستوى القوة حسب المركز في الميدان.

خضع سبعة وعشرون لاعب كرة قدم محترف (متوسط أعمارهم 26.14 عامًا مع أقصى درجات تتراوح من 20 إلى 40 عامًا) لتقييم متساوي الحركة ثنائي للركبة على مقياس ديناميكي متساوي الحركة -Cybex NORMTM بثلاث سرعات زاوية: 60 / s، 180 / s، و240. تم جمع أقصى عزم ونسبة أوتار الركبة / عضلات الفخذ. تم تقسيم هؤلاء الرياضيين إلى مجموعتين: المجموعة الأولى (مهاجم / لاعب خط وسط هجومي) والمجموعة الثانية (حارس مرمى / دفاع / لاعب خط وسط دفاعي).

كانت نسبة أوتار الركبة / عضلات الفخذ بسرعة بطيئة عند 60 / ثانية بين 63 و72٪، بشكل عام، لم يتم العثور على فرق كبير بين الجانبين الأيمن والأيسر، المسيطر وغير المسيطر، كلاهما في ذروة عزم الدوران مقارنة بالقوة المتوسطة.

لا تظهر هذه الدراسة فرقاً معنوياً في القوة بين لاعبي المجموعتين، ولا اختلال في التوازن بين العضلات المتعاكسة للركبة، ولا فرق بين الساقين . وهذا يفسر المعدل المنخفض نسبياً للإصابات العضلية الوترية في سلسلة لاعبينا.



BIBLIOGRAPHIES

1. **Mr. Soufiane AIT ESSI :**
Résultats cliniques et isocinétiques des ligamentoplasties du LCA.
Thèse N° 189 /2020
Intérêt des tests isocinétiques après ligamentoplastie du LCA
2. **IM2S / Sofarthro :**
Intérêt des tests isocinétiques après ligamentoplastie du LCA
<http://www.sofarthro.com/medias/telechargements/diubrest2017/27b-ISOCINETISME.pdf>
<https://www.im2s.mc/interet-des-tests-isocinetiques-apres-ligamentoplastie-du-lca/>
3. **Jean-Louis Croisier, Phd, Pt, Sebastien Ganteaume et al.**
Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players.
The American Journal of Sports Medicine 2008; 1-7.
4. **Worrel Tw, Perrin Dh, Gansneder Bm, Gieck Jh.**
Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injured and non-injured athletes.
J Orthop Sports Phys Ther 1991; 13:118-25.
5. **Gur H, Cakun**
N. Muscle mass: isokinetic torque and functional capacity in women with osteoarthritis of the knee.
Arch Phys Med Rehabil, 2003, 84: 1534-1541.
6. **Diracoglu D, Baskent A, Yagci I, Ozcakar L, Aydin R.**
Isokinetic strength measurements in early knee osteoarthritis.
Acta Reumatol Port. 2009; 34(1):72-77.
7. **Hortobágyi T, Garry J, Holbert D, Devita P.**
Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis.
Arthritis Care Res. 2004; 51(4):562-569.
8. **De Broucker M, Gougeon F, Migaud H.**
Efficacité du traitement rééducatif des syndromes rotuliens douloureux,
la lettre du médecin rééducateur.1993-29,13-18.
9. **A. Lussier et al.**
Tendinopathie des adducteurs dans la pubalgie du sportif : traitement conservateur.
J. Traumatol. Sport 2013,30(1): 47-51.

10. **Anderson G, Herrington L.**
A comparison of eccentric isokinetic torque production and velocity of knee flexion angle during step down in patellofemoral pain syndrome patients and unaffected subjects. Clin Biomech 2003; 18:500-4.
11. **Croisier J-L, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret J-M.**
Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players a Prospective Study. Am J Sports Med. 2008 Aug 1;36(8):1469-75.
12. **Q. S S Yeung, A M Y Suen, E W Yeung.**
A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor.
Br J Sports Med 2009; 43:589- 594.
13. **Hislop HJ, Perrine JJ.**
The isokinetic concept of exercise.
Phys. Ther. 1967 Feb ;47(2):114-7.
14. **POCHOLLE M, CODINE P.**
Isociné tisme et médecine sportive MASSON ; 1999.
15. **ANAES.**
LES APPAREILS D'ISOCINETISME EN EVALUATION ET EN REEDUCATION MUSCULAIRE : INTERET ET UTILISATION [Internet]. 2001 février. Available from : <http://www.athlex.fr/userfiles/HAS%20Isocin%C3%A9tisme.pdf>
16. **Croisier JL, Crieelaard JM.**
Exploration isocinétique : analyse des paramètres chiffrés.
Ann Readapt Med Phys 1999 ;42 :538-45.
17. **HAS.**
MESURE DE LA FORCE, DU TRAVAIL ET DE LA PUISSANCE MUSCULAIRE, PAR DYNAMOMETRE INFORMATISÉ ET MOTORISÉ (évaluation des actes) [Internet]. 2006 Nov. [cited 2015 Jun 2].
Available from : http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/synthese_mesure_de_la_force.pdf
18. **Herlant M, Voisin P, Vanvelcenaher J, Boileau G, Delahaye H, Adèle MF, et al.**
Bilans musculaires. Éditions Techniques.
Encycl. Med Chir Kinésithérapie-Rééducation Fonctionnelle 1993 26-010- A.10, 48 pages.

19. **Anaes,**
Service évaluation des technologies, service évaluation économique :
Les appareils d'isocinétisme en évaluation et en rééducation musculaire : Intérêt et utilisation, février 2001 Paris.
20. **P. Rochcongar**
Annales de réadaptation et de médecine physique 47 (2004) 274-281
21. **Akima H, Takahashi H, Kuno S, Katsuta S.**
Coactivation pattern in human quadriceps during isokinetic knee-extension by muscle functional
MRI. Eur J App Physiol 2004 ;91 :7-14.
22. **Hagood S, Solomonow M, Baratta R.**
The effect of joint velocity on the contribution of the antagonist musculature to knee stiffness and laxity.
Am J Sports Med 1990; 18:182-7.
23. **Rosene JM, Fogarty TD, Mahaffey BL.**
Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate athletes.
J Athl Train 2001; 36:378-83.
24. **Aagaard P, Simonsen EB, Mangusson SP, Larsson B, Dyhre-Poulsen P.**
A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio.
Am J Sport Med 1998; 26:231-7.
25. **Orchard J, Steet E, Walker C, Ibrahim A, Rigney L, Houang M.**
Hamstring muscle strain injury caused by isokinetic testing.
Clin J Sports Med 2001; 11:274-6.
26. **Brockett CL, Morgan DL, Proske U.**
Predicting hamstring strain injury in elite athletes.
Med Sci Sports Exerces 2004 ;36 :379-87.
27. **Croisier J I., Reveillon V, Ferret J m., Cotte T, Genty M, Popovich N, et al.**
Isokinetic assessment of knee flexors and extensors in professional soccer players.
Isokinetic Exerc Sci. 2003 Mar ;11(1):61.
28. **Lacroix A.**
Pouvons-nous prévenir les lésions musculaires des ischiojambiers chez les joueurs de football professionnel grâce à un test isocinétique?
[Thèse d'exercice]. [France]: Université d'Aix-Marseille II; 2006

- 29. GIVRY N.**
Les tests isocinétiques sont-ils prédictifs des lésions musculaires aux ischio-jambiers ? Analyse sur une population de 29 joueurs de football professionnels [Mémoire]. [Belgique]: Libramont; 2008.
- 30. Barreau X.**
Prédiction des lésions musculaires des ischio-jambiers par évaluation isocinétique chez le footballeur professionnel : évaluation sur dix saisons sportives [Thèse d'exercice]. [France]:Université de Nantes; 2013.
- 31. Lehance C, Binet J, Bury T, Croisier JL.**
Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players.
Scand J Med Sci Sports. 2009 Apr 1;19(2):243-51.
- 32. Gobelet C. Force isocinétique de l'enfant à l'adulte.**
Actualités en rééducation fonctionnelle.
Paris : Masson ; 1985, p. 49-54.
- 33. Le Gall F, Laurent T, Rochcongar P.**
Evolution de la force musculaire des fléchisseurs et extenseurs du genou mesurée par dynamomètre isocinétique concentrique chez le footballeur de haut niveau . Sci Sports. 1999 July ;14(4):167-72.
- 34. MEIER JL,**
LES APPAREILS D'ISOCINETISME EN EVALUATION ET EN REEDUCATION MUSCULAIRE [Internet]. 2001 février. Available from :
<http://www.athlex.fr/userfiles/HAS%20Isocin%C3%A9tisme.pdf>
- 35. Pocholle M, Codine P.**
Etude isocinétique des muscles du genou chez les footballeurs de première division.
Ann Kiné sithér. 1994;21(7):373-7.
- 36. Henderson G, Barnes CA, Portas MD.**
Factors associated with increased propensity for hamstring Injury in English Premier League soccer players.
J Sci Med Sport. 2010 Jul;13(4):397- 402.
- 37. Dauty M, Potiron Josse M.**
Corrélations et différences de performance entre des footballeurs , professionnels, en formation et amateurs à partir du test de sprint (10 mètres départ arrêté) et de tests isocinétiques du genou
Sci Sports. 2004 Apr ;19(2):75-9.

38. **Rochongar P, Morvan R, Jan J, Dassonville J, Beillot J.**
Isokinetic Investigation of Knee Extensors and Knee Flexors in Young French Soccer Players.
Int J Sports Med. 1988 Dec;09(06):448-50.
39. **Hammami R, Chaouachi A, Ben Achour Lebib S.**
Profil musculaire isocinétique du genou chez des sprinteurs et des sauteurs de haut niveau. Science & Sports 2011 ;26 :324-328
40. **Schantz P, Randall-Fox E, Hutchison W, Tyden A, Åstrand PO.**
Muscle fiber type distribution, muscle cross-sectional area and maximal voluntary strength in humans.
Physiol Scand 1983 ;117 : 219-26.
41. **Denot-Ledunois S, Fossier E.**
Le rapport ischio-jambiers-quadriceps en isocinétisme : concentrique ou excentrique ?
Sci Sports 1994 ;9 :161-3.
42. **MASSON Etienne :**
Modalités d'utilisation de l'isocinétisme par les clubs français de football professionnel et Évaluation isocinétique des muscles extenseurs et fléchisseurs du genou chez le footballeur de haut niveau du Football Club des Girondins de Bordeaux à l'aide d'un protocole type.
43. **Sapega AA.**
Muscle performance evaluation in orthopedic practice.
J Bone Joint Surg Am 1990; 72:1562-74.
44. **Bernard PL, Amato M.**
Influence de la pratique sportive sur les adaptations musculaires du genou : application au footballeur et la gymnastique.
Sci Sports 2009 ;24 :173-7.
45. **AmatoM, LemoineF, Gonzales, ScmidtC, AfriatP, Bernard PL**
Influence de l'âge et de l'activité sportive sur le profil isocinétique des muscles quadriceps et ischio-jambiers de jeunes sportifs gymnastes et footballeurs.
Ann Readapt Med Phys. 2001 ;44 :581-90.
46. **Delemme Y, Pocholle M, Lassau V.**
Isocinétisme et profil professionnel. Profil musculaire du genou chez 34joueurs de D1.
Ann Kinesther 1999 ;26 :251-64.

47. **Zouita Ben Moussa A, Layouni R, Drizi C, Ben Salah FZ, Hammami N.**
Exploration isocinétique de la force musculaire au niveau du genou chez des handballeurs tunisiens.
J Traumatol Sport 2005 ;22 :226-31.
48. **Larrat E, Kemoun G, Carette P, Teffaha D, Dugue B.**
Profil isocinétique des muscles fléchisseurs et extenseurs du genou chez une population de rugbymen.
Ann Readapt Med Phys 2007 ;50 :280-6.
49. **Saavedra, LagasseP, BouchardC, SimoneauJA.**
Maximal anaerobic performance of knee extensor muscles during growth.
Med Sci Sports Exercice 1991 ;9:1083-9.
50. **Marini JF.**
La musculation : principes, méthode et appareils. Muscles tendons et sport.
Paris :Masson ; 1985, p. 276-84.
51. **CodineP.**
Lestestsisocinétiquesdugenou.
KS2000 ;397 :6-12.
52. **Lexell J, Sjöström M, Nordlund AS, Taylor CC.**
Growth and development of human muscle: a quantitative morphological study of whole vastus lateralis from childhood to adult age.
Muscle and Nerve 1992;15: 404-9.
53. **Baratta R, Solomonow M, Zhou BH, Letson D, Chuinard R, D'ambrosia R.**
Muscular coactivation. The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. Am J Sport Med 1988 ; 2 : 113-22.
54. **Chatard JC.**
La physiologie du footballeur.
Sport Med 1998; 102: 16-21.
55. **Meeusen R, Borms J.**
Gymnastic injuries. Sports Med 1992; 5: 337-56.
56. **Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A.**
The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of hamstring injuries.
Br J Sports Med. 2004 Feb 1;38(1):36-41.

57. **Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M**
Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer).
Am J Sports Med. 2011 Jun 1;39(6):1226–32.
58. **Dauty M, Collon S.**
Incidence of Injuries in French Professional Soccer Players.
Int J Sports Med. 2011 Dec;32(12):965–9.
59. **Carling C, Le Gall F, Orhant E.**
A four-season prospective study of muscle strain reoccurrences in a professional football club. Res Sports Med Print. 2011 Apr ;19(2) :92–102.
60. **Rochcongar P, Bryand F, Bucher D, Ferret JM, Eberhard D, Gerard A, et al.**
Étude épidémiologique du risque traumatique des footballeurs français de haut niveau.
Sci Sports. 2004 Apr;19(2):63–8.
61. **Van Mechelen W.**
Sports Injury Surveillance Systems.
Sports Med. 1997 ;24(3):164–8.
62. **Pontaga I.**
hip and knee flexors and extensors balance in dependence on the velocity of movements.
Biology of Sport 2004; 21:261–272
63. **E. Lhermerout C, Crielaard. Jm.**
Intérêt de l'isocinétisme dans la prévention des lésions musculaires intrinsèques ; application aux ischio-jambiers.
Progress en médecine physique et réadaptation. 1999 (3). p. 207–12.
64. **Prou E, Szczot A, Benezet P.**
Evaluation isocinétique des effecteurs du genou : effets de l'apprentissage, de la latéralisation et de la stabilisation du membre controlatéral.
J Traumatol Sport 2004 ;21:197–203
65. **Stanish W, Rubinovich R, Curums E.**
Eccentric exercise in chronic tendinitis.
Clin Orthop 1986 ;208 : 65–8.
66. **C. Queiros Da Silva, T. Cotte, L. Vicard, L. Chantelot, J.-M. Ferret.**
Apport du travail isocinétique excentrique dans le traitement des tendinopathies calcanéennes et des lésions musculaires de la cuisse.
J. Traumatol. Sport 2005, 22, 219–225.

67. **Fyfe I, Stanish Wd.**
The use of eccentric training and stretching in the treatment and prevention of tendon injuries. Clinics in Sports Médecine 1992 ; 11 :601–624.
68. **A. Lussier et al.**
Tendinopathie des adducteurs dans la pubalgie du sportif : traitement conservateur. J. Traumatol. Sport 2013,30(1): 47-51.
69. **Knapik JJ, Bauman CL, Jones BH, Harris JM, Vaughan L.**
Preseason strength and flexibility imbalance associated with athletic injuries in female collegiate athletes.
Am J Sports Med 1991;1 : 76–81.
70. **Knapik JJ, Jones BH, Bauman CL, Harris JM.**
Strength, Flexibility and athletic injuries.
Sports Med 1992;5: 277–88.
71. **Krivickas LS.**
Anatomical factors associated with overuse sports injuries.
Sports Med 1997;2: 132–46.
72. **Mölsä J, Airaksinen O, Näsman O, Torstila I.**
Ice hockey injuries in finland. A prospective epidemiologic study.
Am J Sports Med 1997;4 : 495–9.
73. **Morvan R.**
Exploration isocinétique des extenseurs et des fléchisseurs du genou de footballeurs Français : premiers résultats [Thèse] : Université de Rennes ; 1986.
74. **Naughton G, Farpour–Lambert NJ, Carlson J, Bradney M, Van Praagh E.**
Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes.
Sports Med 2000;5: 309–25.
75. **Öberg B, Möller M, Gillquist J, Ekstrand J.**
Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexors in soccer players.
Intern J Sports Med 1986;7: 50–3.
76. **Tesch P, Karlsson J.**
Isometric strength performance and muscle fiber type distribution in man. Acta Physiol Scand 1978;103 : 47–51.

77. **GOBELET C, GREMION G.**
Mesure de la force musculaire isocinétique du quadriceps et des ischio-jambiers. Aspects normaux et pathologiques. : Isocinétisme et médecine de rééducation.
Paris : Masson, 1991, 75-83.
78. **KERKOUR K, BARTHE M, MEIER JL, GOBELET C.**
Force musculaire maximale isocinétique des extenseurs et fléchisseurs sagittaux du genou
*Ann Kiné sithér*1987 ; 14 : 281-3.
79. **ROCHCONGAR P, MORVAN P, JAN J, DASSONVILLE J, BEILLOT J.**
Isokinetic investigation of knee extensors and flexors in young French soccer players.
Int J Sports Med 1988; 9: 448.
80. **Tumilty D.**
Physiological characteristics of elite soccer players.
Sports Med 1993; 2: 80-96
81. **Solomonow M, Baratta R, Zhou BH, Shoji H, Bose W, Beck C, et al.**
The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *Am J Sport Med* 1987;3 : 207-13.
82. **CORRIGAN J.P., CASHMAN W.P., BRADY M.P.**
Proprioception in the cruciate deficient knee.
J. Bone Jt Surg., 1992 ; 74-B : 247-50.
83. **OSTERNIG LR, BATES BT, JAMES SL.**
Patterns of tibial rotary torque in knees of healthy subjects. *Med Sci Sports Med* 1980;12:195-9
84. **M. POCHOLLE (1), PH. CODINE (2)(1) M CMK.**
Chef de Service. (2) Médecin, rhumatologue, rééducateur. Clinique Fontfroide, 1800, rue de Saint-Priest, F34009. Montpellier Cedex
Étude isocinétique des muscles du genou chez des footballeurs de première division.
85. **Codine P, Pocholle M, Brun V, Dhoms G, Founau H.**
Mesure de la force isocinétique, analyse des graphes, aspects normaux et pathologiques. Isocinétisme et médecine de rééducation, 1991- 17- 25.
86. **SOLOMONOWM, BARRATA R, ZHOU H et al.**
The Synergic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscle in maintaining joint stability.
Am J Sports Med 1987;15: 207 -13.
87. **SETO JL, OROFINO AS, MORRISSEY MC, MEDEIROS JM, MASSON WJ.**
Assessment of quadriceps-hamstring strength, knee ligament stability, functional and sports activity levels five years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1988 ;16: 170-80.

- 88. Rochcongar P.**
Evaluation isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en médecine du sport : revue de la littérature.
Ann Réadapt Médecine Phys. 2004 Aug ;47(6):274-81.
- 89. Mathilde LESCOP.**
Année scolaire 2010-2011. Place de l'isocinétisme dans le traitement masso-kinésithérapique de la sclérose en plaques A propos d'un patient
- 90. Chan O, Del Buono A, Best T.**
Acute muscle strain injuries: a proposed new classification system. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2012;20:2356-62.
- 91. Mueller-Wohlfahrt HW, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, et al.**
Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med 2013;47:342-50.
- 92. Pollock N, James SLJ, Lee JC, Chakraverty R.**
British athletics muscle injury classification: a new grading system.
Br J Sports Med 2014;48:1347-51
- 93. Rodineau J, Besch S.**
Classification clinique des lésions récentes.
In: Rodineau J, Hérisson C, editors. Muscle traumatique et mécanique. Paris: Masson; 2005. p. 21-7.
- 94. Stoller DW, Li AE, Anderson LJ.**
The hip. In: Magnetic resonance imaging in orthopaedics and sports medicine Wolters Kluwer/Lippincott, Williams and Wilkins; 2007. p. 149-200
- 95. Hamilton B, Valle X, Rodas G, Til L, Grive RP, Gutierrez Rincon JA, et al.**
Classification and grading of muscle injuries: a narrative review.
Br J Sports Med 2015;49:306.
- 96. Ekstrand J, Askling C, Magnusson H, Mithoefer K.**
Return to play after thigh muscle injury in elite football players: implementation and validation of the Munich muscle injury classification; 2013. p. 769-74 [Vol. 47].
- 97. Académie nationale de médecine Dictionnaire médical 2016 [Internet].**
- 98. CiSMeF.**
Catalogue et index des sites médicaux de langue française. Descripteur MeSH; 2016 [Internet].

99. **Freckleton G, Pizzari T.**
Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2013;47:351-8.
100. **Dauty M, Collon S.**
Incidence of injuries in French professional soccer players. *Int J Sports Med* 2011;32:965-9.
101. **Gavin Jon Pinniger, Julie Robyn Steele, Herbert Groeller.**
Does fatigue induced by repeated dynamic efforts affect hamstring muscle function? *Official Journal of the American College of Sports Medicine*. 2000. 647-653.
102. **Middleton P, Puig P, Trouve P, Savalli L.**
Le travail musculaire excentrique.
J Traumat Sport 2000 :93-102.
103. **Matt G. Jason CS.**
Soccer-Specific Fatigue and Eccentric Hamstrings Muscle Strength.
J Athl Train 2009; 44:180-184
104. **Imene Ksibi, Wassia Kessomtini, Youssef llehi, Rim Maaoui, Hajer Rahali Khachlouf.**
Profil isociné tique des genoux des footballeuses compétitives tunisiennes.
LA TUNISIE MEDICALE – 2015 ; Vol 93 (n°05)
105. **Bennel K, Wastjswelner H, Lew P, Schall-Riauour A, Leslie S, Plant D, Et al.**
Isokinetic Strength Testing Does Not Predict Hamstring Injury In Australian Rule footballers.
Br J Med 1998;(32):309—14.
106. **H. Arabi, I. Bendeddouche, S. Khalfaoui, S. Ismaili Alaoui, E. Abassi, A. Jammouj M. Tricha, M. Benabbou, D. Rogez.**
Isokinetic assessment of the knee muscles in young soccer players
107. **Orchard JW.**
Hamstrings are most susceptible to injury during the early stance phase of sprinting.
Br J Sports Med. 2012 Feb 1;46(2):88-9.
108. **De Araujo Ribeiro Alvares JB, Rodríguez R, de Azevedo Franke R, da Silva BGC, Pinto RS, Vaz MA, et al.**
Inter-machine reliability of the Biodex and Cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests.
Phys Ther Sport. 2015 Feb;16(1):59- 65.

109. **P. Edouard, J.-M. Serra, J. Pruvost, F. Depiesse.**
Les lésions musculaires des ischio-jambiers.
Journal de Traumatologie du Sport 01/2013 ; 30(3):176-184.
110. **Grant Freckleton, Tania Pizzari.**
Risk Factors for Hamstring Muscle Strain Injury in Sport.
Br J Sports Med. 2013; 47(6):351-358.
111. **Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D.**
Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers.
Am J Sports Med 1997; 25: 81-85.
112. **Orchard JW.**
Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strains in Australian football.
Am J Sports Med 2001; 29: 300-303.
113. **Murphy AJ, Wilson GJ.**
The assessment of human dynamic muscular function: a comparison of isoinertial and isokinetic tests.
J. Sports Med Phys Fitness 1996; 36: 169-177.
114. **Oberg B, Moller M, Gillquist J, Ekstrand J.**
Isokinetic torque levels for knee extensors and knee flexors in soccer players.
Int J Sports Med 1986; 17: 50-53.
115. **OStenberg A, Roos E, Ekdahl C, Roos H.**
Isokinetic extensor strength and functional performance in healthy female soccer players.
Scand Med Sci Sports 1998; 8: 257-264.
116. **W. Crielaard Jm.**
Exploration isocinétique : analyse des courbes.
Ann Réadapt Méd Phys 1999 ; 42 : 497-502.
117. **Prior M, Guerin M, Grimmer K.**
An evidence-based approach to hamstring strain injury: a systematic review of the literature. Sports Health Multidiscip Approach 2009;1:154-64.
118. **Mc Call A, Carling C, Davison M, Nedelec M, Gall FL, Berthoin S, et al.**
Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. Br J Sports Med 2015;49:583-9.

119. **Freckleton G, Pizzari T.**
Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2013 Apr 1;47(6):351–8.
120. **Liu H, Garrett WE, Moorman CT, Yu B.**
Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literature. *J Sport Health Sci.* 2012 Sep;1(2):92–101.
121. **Tol JL, Hamilton B, Eirale C, Muxart P, Jacobsen P, Whiteley R.**
At return to play following hamstring injury the majority of professional football players have residual isokinetic deficits. *Br J Sports Med.* 2014 Sep 1;48(18):1364–9.
122. **Dauty M, Potiron-Josse M, Rochcongar P.**
Conséquences et prédiction des lésions musculaires des ischio-jambiers à partir des paramètres isocinétiques concentriques et excentriques du joueur de football professionnel. *Ann Ré adapt Médecine Phys.* 2003 Nov;46(9):601–6.
123. **Sanfilippo J, Silder A, Sherry MA, Tuite MJ, Heiderscheit BC.**
Hamstring Strength and Morphology Progression after Return to Sport from Injury. *Med Sci Sports Exerc.* 2013 Mar;45(3):448–54.
124. **Delvaux F, Rochcongar P, Bruyère Q, Bourlet G, Daniel C, Diverse P, et al.**
Return-To-Play Criteria after Hamstring Injury: Actual Medicine Practice in Professional Soccer Teams. *J Sports Sci Med.* 2014 Sep 1;13(3):721–3
125. **Croisier J-L, Forthomme B, Namurois M-H, Vanderthommen M, Crielaard J-M.**
Hamstring Muscle Strain Recurrence and Strength Performance Disorders. *Am J Sports Med.* 2002 Mar 1;30(2):199–203.
126. **Heiser TM, Weber J, Sullivan G, Clare P, Jacobs RR.**
Prophylaxis and management of hamstring muscle injuries in intercollegiate football players. *Am J Sports Med.* 1984 Sep 1;12(5):368–70.
127. **Orchard J, Marsden J, Garlick D.**
Prevention of hamstring injuries in footballers. *J Sci Med Sport.* 1999 Mar;2(1, Supplement 1):43.
128. **Suzuki T.**
Reliability of measurements of knee extensor muscle strength using a pull-type hand-held dynamometer. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(3):967–71.

قسم الطبيب

أقسِمُ بِاللَّهِ الْعَظِيمِ

أَن أَرَأِبَ اللَّهِ فِي مِهْنَتِي.

وَأَن أَصُونَ حَيَاةَ الْإِنْسَانِ فِي كَافَّةِ أَطْوَارِهَا فِي كُلِّ الظُّرُوفِ

وَالْأَحْوَالِ بَادِلًا وَسَعِي فِي انْقَاذِهَا مِنَ الْهَلَاكِ وَالْمَرَضِ

وَالْأَلَمِ وَالْقَلْقِ.

وَأَن أَحْفَظَ لِلنَّاسِ كِرَامَتَهُمْ، وَأَسْتُرَ عَوْرَتَهُمْ، وَأَكْتَمَ سِرَّهُمْ.

وَأَن أَكُونَ عَلَى الدَّوَامِ مِنْ وَسَائِلِ رَحْمَةِ اللَّهِ، بَادِلًا رِعَايَتِي الطَّبِيبَةَ لِلْقَرِيبِ وَالْبَعِيدِ،

لِلصَّالِحِ وَالطَّالِحِ، وَالصَّدِيقِ وَالْعَدُوِّ.

وَأَن أَثَابِرَ عَلَى طَلْبِ الْعِلْمِ، أَسَخَّرَهُ لِنَفْعِ الْإِنْسَانِ .. لَا لِأَدَاةٍ.

وَأَن أُوقَّرَ مَنْ عَلَّمَنِي، وَأُعَلِّمَ مَنْ يَصْغُرَنِي، وَأَكُونَ أَخًا لِكُلِّ زَمِيلٍ فِي الْمِهْنَةِ الطَّبِيبَةِ

مُتَعَاوِنِينَ عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَى.

وَأَن تَكُونَ حَيَاتِي مِصْدَاقَ إِيمَانِي فِي سِرِّي وَعَلَانِيَتِي، نَقِيَّةً مِمَّا يُشِينُهَا تَجَاهَ

اللَّهِ وَرَسُولِهِ وَالْمُؤْمِنِينَ.

وَاللَّهُ عَلَى مَا أَقُولُ شَهِيدًا

**التقييم المتساوي الحركية للركبة
لدى لاعبي كرة القدم المحترفين: بصدد 27 لاعب.**

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2021/12/15

من طرف

السيد انس جوهري

المزداد في 1996/02/22 مراكش

طبيب داخلي بمستشفى محمد السادس بمراكش

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

تقييم - متساوي الحركة - الركبة - لاعبي كرة القدم المحترفين.

اللجنة

الرئيس

ر. شفيق

السيد

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

المشرف

ي. عبد الفتاح

السيد

أستاذ مبرز في الترويض الطبي وإعادة التأهيل الوظيفي

ح. الهوري

السيدة

أستاذة في جراحة العظام والمفاصل

م. مضهر

السيد

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

الحكام