تأثير الماغنسيوم بعد مجهود بدني مرتفع الشدة على بعض مؤشرات الاداء البدني لدى لاعبى كرة السلة

*د/ أيمن عبدالعزيز عبدالحميد

أستهدف البحث التعرف إلى تأثير الماغنسيوم كأحد وسائل الاستشفاء بالتغذية بعد مجهود بدني مرتفع الشدة على كلا من مؤشرات الاداء البدني المتمثلة في (معدل ضربات القلب- نسبة حامض اللاكتيك في الدم- درجة التعب- قوه عضلات الظهر- قوة عضلات الرجلين- قوة عضلات القبضة) لدى لا عبى كرة السلة، ومؤشرات الاستشفاء المتمثلة في (بروتين سي التفاعلي- درجة الاستشفاء) لدى لا عبى كرة السلة. واستخدم الباحث المنهج التجريبي مستعيناً بإحدى التصميمات التجريبية وهو القياس (القبلي والبعدي) للمجموعة الواحدة، نظراً لملائمته لطبيعة وهدف البحث، وتم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من لا عبى رياضة كرة السلة، والمسجلين بمنتخب جامعة الملك سعود، للعام الجامعي (٢٠١٩ – ٢٠٢٠م) وعددهم (٩) لاعبين، وكانت أهم النتائج وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات القياسين القلبي والبعدي في مؤشرات الاداء البدني لصالح القياس البعدي، وأوصى الباحث باستخدام الماغنسيوم هام وضروري للرياضيين عند ممارسة الانشطة البدنية مرتفعة الشدة.

المقدمة ومشكلة البحث:

أن التدريب الرياضي أصبح ميدانا لمجموعة من علوم تلتقي وتنصب في بوتقة واحدة هي اللاعب، ومن ثم أصبح التنافس بين العلماء والباحثين وليس بين الأبطال الرياضيين، ولكي تسير عملية التدريب في الإتجاه السليم ويؤدي الرياضي الأحمال التدريبية المطلوبة منه في كل مرحلة من مراحل الإعداد، فإن ذلك يتطلب بالضرورة سرعة التخلص من مظاهر التعب والإجهاد، والوصول بالرياضي إلى اعلى مستوى ممكن من الاداء البدنى.

* أستاذ مساعد بقسم التدريب الرياضي وعلوم الحركة كلية التربية الرياضية جامعة أسيوط .

حيث أكدت دراسة كــلاً مــن "**بابيولــت Babault** (٢٠٠١) (٥)، **لاستيو LaStayo** (٢٠٠٣) (٢٠)، **توسيش Tesch (2008)** (٤٠) أن فوائد التدريب مرتفع الشدة تشمل مكاسب أكبر في القوة وزيــادة التضــخّم وإنخفاض الطلب على التمثيل الغذائي وإنخفاض توظيف الوحدة الحركيــة، وبالتالي إنشاء حركة عضلية أكثر فاعلية وفعالية.

وعلي الرغم من ذلك يُعد العمل العضلي بحمل عالي أحد الأســباب الرئيسية لإصابات العضلات الناجمة عن التمرين، ويتضح ذلك في إنخفاض قوة الإنقباض الأقصى وزيادة تركيزات علامات الإلتهابات وبروتينات الدم وزيادة التوتر العضلي وزيادة شدة آلام العضلات بعد التمرين.(٢٩)

وأوضحت دراسة "**وايت وآخرون White et.al.** " (٢٠٠٨م)(٤٥) إلى أن اداء التمارين والمنافسات الرياضية لفترة طويلة من الوقت تتعــرض العضلات للتعب، ويعتمد ذلك على اللياقة البدنية للرياضي، وينال التعب من الألياف المكونة للعضلات وذلك بعد تعرضها لسلسلة من التفاعلات الكيميائية اللاهوائية، وينتج عنها حمض اللاكتيك الذى يؤدى تراكمه إلــى الإحســاس بالتعب.

ويري "**روبرت Robert**" (٢٠٠٤م) (٣٣) أن التدريب بحمل عــالي غير معتاد عليه ينتج عنه ضرر والتهاب كبير في الألياف العضــلية وألــم كبير في العضلات وعجز وظيفي، والضرر الناتج في العضلات قد يكــون سببه زيادة كبيرة في السيتوكينات الالتهابية في العضلات العاملة والبلازمــا وربما حتى في الدماغ.

وأثبتت دراسة "**سشندر واخــرون Schneider et, al,** "(٢٠٠٧م) (٣٦) أن كثيراً من اللاعبين بعد الانتهاء من الوحدات التدريبية أو المنافسات يشعرون بإجهاد وألم عضلي، ويزداد ويستمر الألم بعد ٤٨ ساعة من انتهاء التدريبات الشديدة أو بعد المنافسات.

من هنا تطرق الباحث للتعرف على عملية الاستشفاء، حيث أصــبح الاستشفاء في التدريب الرياضي الحديث لا يقل أهمية عن حمل التدريب ولا

يمكن الاعتماد على زياده حجم وشده التمرين دون توفير وسيلة استشفاء للتخلص من التعب الناتج والألم عن آثر حمل التدريب.

ويؤكد ذلك "**أبو العلا عبد الفتاح**" **(٢٠٠٣م)** أن التغذية الرياضية تلعب دوراً هاماً في مراحل التدريب والمنافسة المختلفة ففي مرحلة ما قبل التدريب تلعب التغذية دوراً هاماً في توفير الطاقة اللازمة ومقاومة التعب، وبعد التدريب فهي تساعد علي سرعة الاستشفاء بعد التدريب الرياضي، ولا يفوتنا الدور الهام الذي أصبحت تشغله المكملات الغذائية ومدي انتشار تناولها، ولذلك أصبح علم التغذية الرياضية يلعب دوراً هاماً لا يمكن إغفاله عند إعداد الرياضيين.(١: ٢٤)

ومن هذا المنطلق اتجه الباحث للتعرف على بديل يعمل على توفير بيئة ملائمة لنمو عضلات الجسم وتحسين عمليات التمثيل الغذائي ومقاومة التعب وتنشيط الأعصاب الحركية وتوسيع الأوعية الدموية بدون أي تأثيرات سلبية بجانب البرنامج الغذائي الخاص بالنشاط الرياضي الممارس.

حيث أشارت دراسة "**ميريلا Mirela** "(٢٠١٥م) (٢٦)أن الماغنسيوم هو ثاني أكثر المعادن وفرة في الخلايا بعد البوتاسيوم، ولا يوجد في جسم الإنسان كمعدن ولكن أيونات ماغنسيوم (ذرات الماغنسيوم المشحونة إيجابيا توجد إما في محلول أو معقد مع أنسجة أخرى، مثل العظم). يوجد ربع هذا الماغنسيوم تقريبًا في الأنسجة العضلية وثلاثة أخماس العظام. ولكن يوجد أقل من ١٪ منه في مصل الدم على الرغم من أنه يستخدم كمؤشر لحالة الماغنسيوم في الجسم. يمكن تقسيم الماغنسيوم في مصل الدم إلى أجزاء أيونية حرة ومُركّبة ومحددة بالبروتين، لكن الجزء الأيوني هو الذي يعتبر الأكثر أهمية في قياس حالة الماغنسيوم، لأنه نشط من الناحية الفسيولوجية.

ويري "**رادي Rude**" (٢٠١٢م)(٣٥) أن للماغنسيوم دور هام وحيوي في الجسم حيث يعتبر عامل مساعد يشارك في العديد من النظم الأنزيمية (أكثر من ٣٠٠ تفاعل كيميائي حيوي)، لكونه ضروريًا لتخليق

البروتين، وعمل الجهاز العصبي والعضلي، وتنظيم ضغط الدم ونسبة السكر في الدم.

وأظهرت دراسة كلاً من "**ديسي Dacey**"(٢٠٠١م)(١١)، "**انيرارتي Innerarity**" (٢٠٠٠م) (١٦) المتعلقة بتوازن الماغنسيوم أن الماغنسيوم يتداخل مع تدفق الصوديوم والبوتاسيوم عبر الغشاء في العضلات الملساء، وهو ما يفسر مشاركته في العديد من العمليات الفسيولوجية ولماذا يرتبط نقص الماغنسيوم بالعديد من الحالات المرضية للأنظمة القلبية الوعائية والهيكلية والعصبية.

ويشير كلاً من "**سوسا Sousa** "(٢٠١٣)(٣٧)، "**وانج Wang**" (٢٠١٤م) (٤٤) أن الماغنسيوم يعتبر من أكثر المكملات الغذائية المستخدمة لتحسين الأداء الرياضي، حيث يزيد الماغنسيوم من القدرة على التحمل البدني.

وذكرت دراسة "**لاريس Laires** "(٢٠٠٧م)(١٩) علي أن تركيزات الماغنسيوم داخل وخارج الخلية تتغير مع ممارسة الرياضة، حيث أن ممارسة التمرينات غير الدقيقة على مدى فترة طويلة من الزمن تؤدي إلى انخفاض تركيز الماغنسيوم في البلازما بسبب الفقد خلال العرق والتبول

وركزت دراسة "**لوكاسكي Lukaski**" (٢٠٠٠م)(٢٢) على تحسّن مؤشرات القوة والتمثيل الغذائي للعضلات لدى الرياضيين الذين تناولوا نظامًا غذائيًا غنيًا بالماغنسيوم أو تلقوا مكملات الماغنسيوم.

وأشارت **المنظمة الامريكية للصحة وخدمات الانسان (٢٠١٥م)(٤١)** أن الماغنسيوم يساعد في الحفاظ على وظائف الأعصاب والعضلات الطبيعية، وإيقاع القلب (استثارة القلب)، وضغط الدم، والجهاز المناعي، وسلامة العظام، ومستويات السكر في الدم وتشجيع امتصاص الكالسيوم، ويؤكد هذا نتائج "**فولبي Volpe** "(٢٠١٣م)(٤٢).

وفسرت نتائج دراسة كلاً **من "كينج King**"(٢٠٠٩م)(١٨)، "**روسني Rosene**" (٢٠٠٩م) (٣٤) أن الماغنسيوم من العوامل المضادة للالتهابات ويظهر ذلك من خلال الدور الرئيسي الذي يلعبه في خفض

مستوى الألم العضلي، مما يؤدي إلى تحسين نتائج التدريب والأداء للرياضيين والاستشفاء بشكل أكثر فاعلية وأسرع من التمرينات وبروتوكولات إعادة التأهيل.

ومن هنا قد لاحظ الباحث من خلال عمله كمدير فني لمنتخب جامعة الملك سعود لكرة السلة وتدريس مقررات كرة السلة بالكلية أن العديد من اللاعبين يعانون من الاجهاد العضلي والآلام العضلية وبالأخص أثناء إرتفاع شده حمل التدريب ويستمر هذا الإجهاد العضلي إلى أكثر من ٢٤ ساعة بعد الإنتهاء من الأحمال التدريبية مرتفعة الشده أو بعد المنافسات، مما قد يؤدى إلى انخفاض مستوى الاداء البدني والمهارى للاعبين خلال التدريب والمنافسة، ومع الإستمرار في الأحمال التدريبية تزداد مستويات الاجهاد العضلي ويمكن ان يصل إلى درجة الإنهاك، وقد يؤدى ذلك إلى انخفاض مستوي أداء اللاعبين في المباريات مما قد يؤثر هذا على مستوى أداء اللاعب، وهذا ما استدعى الباحث للسعى وراء إيجاد طريقة صحية وسريعة لمحاولة الوصول باللاعب الى سرعة الإستشفاء والعودة الي الحالة الطبيعية.

ومن خلال إطلاع الباحث على المراجع العلمية والدراسات السابقة رقم (٢) (٣) (١٣) (٣٣) (٣٦) (٤٥) التي تناولت تأثير الأحمال التدريبية مرتفع الشده على مستوى تركيز الإنزيمات العضلية والإجهاد العضلي وإستعاده الإستشفاء، والتي أكدت أن الحمل البدني مرتفع الشده يسبب زياده الإنزيمات العضلية وبالتالي يتبعه زيادة في الألم والإجهاد العضلي.

ونظراً لندرة الأبحاث المرتبطة برياضة بكرة السلة حول التغذية وعلاقتها بظاهرة الاجهاد العضلي واستعادة الاستشفاء إلى حد علم الباحث، استدعى ذلك اهتمام الباحث للبحث عن وسيلة لتسريع عملية الاستشفاء واستخدامها مع التغذية الاساسية (البرنامج الغذائي) كوسيلة للحد من هذه الآلام العضلية وتسريع عملية الاستشفاء والعودة إلى مستوى أقرب إلى الحالة الطبيعية، ونظراً لأهمية الماغنسيوم بصفة عامة كعامل مساعد يشارك

في العديد من النظم الأنزيمية (أكثر من ٣٠٠ تفاعل كيميائي حيوي) وكونه ضروريًا لتخليق البروتين، وعمل الجهاز العصبي والعضلي، وتنظيم ضغط الدم ونسبة السكر في الدم وبصفة خاصة في المجال الرياضي لتحسين الأداء الرياضي ويزيد من القدرة على التحمل البدني، كما ذكرت بعض المراجع والدراسات السابقة رقم (٧) (٨) (٩) (١٠) (١٢) (١٤) (١٥) (١٩) (٢٢) (٢٤) (٢٦) (٣٠) (٤٣).

وهذا ما استدعى الباحث ضرورة إجراء هذا البحث لمحاولة منه جاده للتعرف على " تأثير الماغنسيوم بعد مجهود بدني مرتفع الشدة على بعض مؤشرات الاداء البدني لدى لاعبى كرة السلة".

هدف البحث:

يهدف البحث إلى معرفة تأثير الماغنسيوم بعد مجهود بدني مرتفع الشدة على كلا من:

١- مؤشرات الاداء البدني المتمثلة في (معدل ضربات القلب- نسبة حامض اللاكتيك في الدم- درجة التعب- قوه عضلات الظهر- قوة عضلات الرجلين- قوة عضلات القبضة) لدى لاعبى كرة السلة.

٢- مؤشرات الاستشفاء المتمثلة في (بروتين سي التفاعلي- درجة الاستشفاء) لدى لاعبى كرة السلة.

فروض البحث:

١- توجد فروق دالة إحصائيا بين متوسطات درجات القياسات القبلية والبعدية في مؤشرات الاداء البدني (معدل ضربات القلب- نسبة حامض اللاكتيك في الدم- درجة التعب- قوه عضلات الظهر- قوة عضلات الرجلين- قوة عضلات القبضة) لصالح القياس البعدي.

٢- توجد فروق دالة إحصائيا بين متوسطات درجات القياسات القبلية والبعدية في مؤشرات الاستشفاء (بروتين سي التفاعلي- درجة الاستشفاء) لصالح القياس البعدي.

خطة وإجراءات البحث:

منهج البحث:

إستخدم الباحث المنهج التجريبي مستعيناً بإحدى التصميمات التجريبية وهو القياس (القبلي والبعدي) للمجموعة الواحدة، نظراً لملائمته لطبيعة وهدف البحث.

مجتمع البحث:

إشتمل مجتمع البحث على لاعبي رياضة كرة السلة، والمسجلين بمنتخب جامعة الملك سعود، للعام الجامعي (٢٠١٨– ٢٠١٩م) وعددهم (٢٠) لاعب.

عينة البحث:

تم اختيار عينة البحث بالطريقة العمدية من لاعبى رياضة كرة السلة، والمسجلين بمنتخب جامعة الملك سعود، للعام الجامعي (٢٠١٨– ٢٠١٩م) وعددهم (٩) لاعبين، ويوضح جدول (١) توصيفا لعينه البحث.

شروط اختيار عينه البحث:

- تطوع ورغبة اللاعبين لإجراء التجربة وسحب عينات دم منهم بدافع شخصي وبموافقات كتابية. مرفق (١)
- تمثل العينة أكثر اللاعبين إنتظاماً والتزاماً فى التدريب وعدم الخضوع لأى برنامج بدنى آخر.
- أن تكون الحالة الصحية لأفراد عينة البحث جيدة بحيث لا يتناولون أى عقاقير طبية.

تجانس عينه البحث:

قام الباحث بإجراء التجانس بين أفراد عينة البحث، وذلك للتأكد من أن البيانات تتوزع إعتدالياً في جميع المتغيرات والتي قد تؤثر على نتائج البحث.

جدول (١)

الدلالات الإحصائية لتوصيف عينة البحث في متغيرات البحث (ن=٩)

متغيرات البحث	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	معامل الالتواء	معامل التفلطح
الطول	سم	١٧١,٣٣	٢,١٧٩	٠,١٠	٠,٣٩ –
الوزن	كجم	٦٦,٤٤	٢,٩٦	٠,٠٧	٠,٦٤ –
العمر التدريبى	سنة	٣٧٨	٠,٤٤	١,٦٢ –	٠,٧٤
السن	سنة	٢١,٠٠	٠,٧١	٠,٠٠	٠,٢٩
النبض	نبضة/دقيقة	٧٢,٣٣	٧,٣٨	٠,٩٠ –	١,٥٩
درجة التعب	درجة	٧,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠	٠,٠٠
حامض اللاكتيك	moll/L	٣,٧٧	٠,٦٨	٤٣ –	١,٧٨ –
بروتين سى التفاعلى	mg/dl	٠,٤٩	٠,١١	١,٠٩	٠,٦١

يتضح من جدول (١) تجانس اللاعبين في العمر الزمنى والعمر التدريبي والطول والوزن والمتغيرات التي تؤثر على نتائج البحث وأن البيانات تتبع التوزيع الإعتدالي، حيث إنحصرت قيم معامل الإلتواء ما بين (±٣)، كما تراوحت قيمة معامل التفلطح ما بين (١,٥٩: – ١,٧٨)، وهي أقل من ضعف الخطأ المعياري لمعامل التفلطح، مما يشير الى إعتدالية توزيع العينه فى المتغيرات قيد البحث.

مجالات البحث:

المجال الزمني:

تم تنفيذ البحث في الفترة من ٢٠١٩/٩/١٨م الي ٢٠١٩/١٠/١م.

المجال الجغرافي:

تم إجراء البحث في صالة اللياقة البدنية بالإستاد الرياضي بجامعة الملك سعود ومعمل فسيولوجيا الرياضة بكلية التربية البدنية – جامعة الملك سعود.

المجال البشري:

تم تنفيذ البحث على (٩) لاعبين من لاعبي كرة السلة بمنتخب جامعة الملك سعود.

أدوات ووسائل جمع البيانات:

- **المسح المرجعي:**

قام الباحث بالاطلاع على المراجع العلمية المتخصصة في مجال فسيولوجيا الجهد البدني والماغنسيوم، وبعض الدراسات والبحوث العلمية المشابهة والمرتبطة، وفيما يلي بعض المراجع الدراسات الذي تم الرجوع إليها فيما يخص الجهد البدني والماغنسيوم (٢) (٣) (١٣) (٣٣) (٣٦) (٤٥) (٧) (٨) (٩) (١٠) (١٢) (١٤) (١٥) (١٩) (٢٢) (٢٤) (٢٦) (٣٠)(٤٣).

الاستمارات المستخدمة في البحث:

قام الباحث بتصميم واستخدام بعض الإستمارات التي تساعده في تفريغ البيانات المراد الحصول عليها وهى:

- إستمارة لتفريغ البيانات الخاصة بالعمر الزمنى والعمر التدريبي والطول والوزن. مرفق(٢)
- إستمارة لتفريغ البيانات الخاصة بمؤشرات الأداء البدني والأستشفاء مرفق (٢)
- استمارة التقويم الفسيولوجى للاعب عن طريق الوصول لأقصى نبض. مرفق(٢)

المقاييس المستخدمة في البحث:

- قياس درجة التعب بوحدة قياس (درجة) بإستخدام مقياس Borg Scale. مرفق (٣)
- قياس درجة الإستشفاء بوحدة قياس (درجة) بإستخدام مقياس Kent Scale. مرفق (٣)

الإختبارات المستخدمة في البحث:

- قياس قوة عضلات الظهر والرجلين والقبضة بوحدة قياس (كجم) بإستخدام إختبار قوة عضلات الظهر وإختبار قوة عضلات الرجلين وإختبار قوة عضلات القبضة.

الأدوات والأجهزة المستخدمة في البحث:

- قياس الطول بوحدة قياس (سم) والوزن بوحدة قياس (كجم) بإستخدام جهاز الرستاميتر" Restameter " بوحدة قياس (كجم/ م٢).
- قياس معدل ضربات القلب بوحده قياس (نبضة / دقيقة) بإستخدام ساعة بولار (Polar,FT4,2014).
- قياس نسبة اللاكتيك بوحدة قياس mmol/L ومستوى بروتين سي التفاعلي بوحدة القياس mg/dl بعد ٦ ساعات من انتهاء المجهود البدني المقنن بإستخدام جهاز Jenway 6300 "spectro photo meter".
- قياس قوة عضلات الظهر والرجلين والقبضة بوحدة قياس (كجم) باستخدام جهاز الديناموميتر.

أدوات وأجهزة مساعدة:

- ساعة إيقاف رقمية.
- أنابيب مانعة للتجلط لسحب عينات الدم.
- سرنجات حجم ١٠ سم
- مواد مطهرة وقطن وبلاستر.
- صندوق ثلج " Ice Box " لحفظ أنابيب الإختبار.
- جهاز السير المتحرك الكهربائي Treadmill ٩٥٠٠ HR.

خطوات تنفيذ البحث:

أ- الاجراءات التمهيدية:

قبل البدء في تنفيذ التجربة الأساسية للبحث تم إجراء مجموعة من الضوابط التي تضمن سير التجربة الأساسية بطريقة سليمة، وهي:

- مراجعة الدراسات السابقة والإستفادة من ذلك في التعرف على أفضل الآراء العلمية فيما يخص البحث.
- التأكد من إمكانية تنفيذ التجربة ووضوحها، والتأكد من أنها تتناسب مع طبيعة البحث وأهدافه.

- الحصول على الموافقات الإدارية.
- تجهيز الاستمارات لجمع بيانات وقياسات عينة البحث.

ب- التجربة الاستطلاعية:

قام الباحث بإجراء التجربة الإستطلاعية لعدد (٣) لاعبين في الفترة من ٢٠١٩/٩/١٥م الي ٢٠١٩/٩/١٦م. حيث هدفت التجربة الإستطلاعية **إلى مايلي:**

- التحقق من مدى صلاحية الأجهزة والأدوات المستخدمة.
- التدريب على إجراء القياسات الخاصة بكل لاعب.

ج- التجربة الأساسية:

*** تحديد الجهد البدني:**

تحديد الشدة القصوى وتقنينها لجميع اللاعبين على جهاز السير المتحرك، وتتلخص في الآتي:

لما كانت الكفاءة البدنية تعد من المتغيرات التي يجب ضبطها، لما لها من تأثير على نتائج البحث (تطبيق مبدأ الفروق الفردية)، فقد تم إخضاع عينة البحث لتقييم الكفاءة البدنية.

ويتلخص إختبار الكفاءة البدنية أن يتم الإحماء لمدة ٣ دقائق على جهاز السير المتحرك ثم يبدأ الإختبار بسرعة ٧ كيلومتر/ساعة، وبمعدل ميل ٠.٥، ثم تزداد سرعة الجري على الجهاز بمقدار ٠.٥ كم/ساعة كل ٣ دقائق والإستمرار في الزيادة حتى الوصول الي مرحلة التعب من خلال مقياس التعب، ثم يتم قياس النبض بعد الانتهاء من اداء الإختبار مباشرة، ويعد هذا شدة ونبض اللاعب القصوى ١٠٠% وعلى ضوء ذلك يتم حساب الشدة المطلوبة. (٢) (٣) (١٣)

وللتوصل إلى نتائج دقيقة قام الباحث بالاتي:

تم اختيار شدة الحمل (٨٠%)، بمعلومية أقصى شدة واقصى نبض، ويستمر الأداء لمدة (٦٠ دقيقة)، إذ تعد شدة مرتفعة كما حددها "**شعبان**

shaban" (٢٠١٦)(١٣)، **عبدالله فاضل (٢٠١٨م)(٣)** ويرجع السبب في اختيار شدة الحمل عند ٨٠ % لأنها الشدة المثالية لأحداث تأثير على مؤشرات الاداء البدني والاستشفاء.

وبمعلومية أقصى شدة وأقصى نبض تم تحديد شدة الحمل المستهدف (٨٠%) لكل لاعب بواسطة المعادلات التالية **لأبو العلا عبد الفتاح (٢٠٠٣م) (١)، مفتي إبراهيم (٢٠١٠م)(٤):**

١- معدل النبض المستهدف=(النبض الأقصى× الشدة المطلوبة) / ١٠٠

٢- الشدة المستهدفة =(الشدة القصوى × الشدة المطلوبة) / ١٠٠

وقد قام كل لاعب بالجري على جهاز السير المتحرك لمدة (٦٠دقيقة)، بشدة (٨٠ %)، إذ يقابل هذه الشدة النبض المستهدف، حيث يحافظ اللاعب على الاستمرار في الأداء بمعدل النبض المستهدف لشدة الحمل.

*** تحديد جرعة الماغنسيوم:**

تم تحديد نوع الماغنسيوم المستخدم (لاكتات ماغنسيوم)، وتم اختيار جرعة الماغنسيوم (400 ملجم/ يوم)، مقسوم على جرعتين مرتين يوميًا مع فاصل ١٢ ساعة بين الجرعتين ٢٠٠ ملجم كل جرعة، والتنبيه علي جميع اللاعبين يومياً والطُلب منهم تجنب الاستهلاك المكثف للأغذية التي تحتوي عادة على مستويات عالية من أيونات الماغنسيوم (مثل الحبوب والخبز الحبوب الكاملة) بالإضافة إلى عدم تناول أي مكملات (الفيتامينات) أخرى، إذ تعد هذه الجرعة كما حددها (٣٨)(١٧)(١٤)، ويرجع السبب في هذه الجرعة لأنها الجرعة المثالية لإحداث تأثير على مؤشرات الأداء البدني والإستشفاء.

جدول (٢)
جرعة الماغنسيوم المناسبة للمراحل السنية المختلفة

السن	النوع	
	رجال (ملجم)	نساء (ملجم)
حتى ٦ شهور	٣٠	٣٠

٧ – ١٢ شهر	٧٥	٧٥
١ – ٣ سنوات	٨٠	٨٠
٤– ٨ سنوات	١٣٠	١٣٠
٩ – ١٣ سنه	٢٤٠	٢٤٠
١٤ – ١٨ سنه	٤١٠	٣٦٠
١٩ – ٣٠ سنه	٤٠٠	٣١٠
٣١ – ٥٠ سنه	٤٢٠	٣٢٠
اكثر من ٥١ سنه	٤٢٠	٣٢٠

(١٧)

*** تطبيق التجربة:**

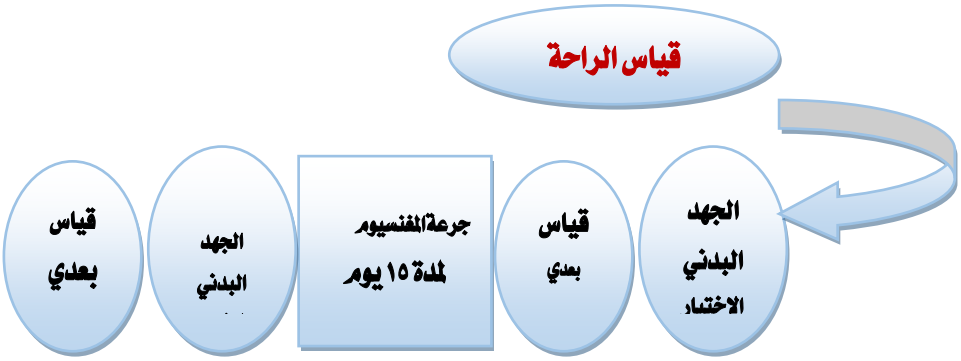
تم إجراء التجربة على (٣ ± ١/ يوم) لاعبين، وقد تراوحت درجة حرارة الغرفة خلال فترة تطبيق تجربة البحث ما بين (٢٧ ± ٣ درجة مئوية)، وتم التأكد قبل إجراء التجربة على بعض المعلومات من كل لاعب، والتي تفيد عن حالته ؛ وذلك للتأكد من:

- عدم شعوره بالتعب نتيجة أداء مجهود بدني شاق.
- عدم إصابته بأمراض طارئة، مثل: البرد والأنفلونزا.
- عدد ساعات النوم للتأكد من راحته التامة.
- موعد تناول أي وجبة غذائية قبل إجراء القياسات.
- الصيام ٨ ساعات قبل أداء الإختبار.

تم توحيد أماكن إجراء التجربة وأدوات القياس وأجهزته، واشتملت التجربة على:

- إجراء قياسات قبل الجهد البدني في وقت الراحة وذلك يوم ٢٠١٩/٩/١٧م للتأكد من إعتدالية البيانات وتخضع للتوزيع الطبيعي.
- عمل إحماء قبل الجهد لمدة ٣ دقائق قبل الصعود على السير المتحرك، ثم إحماء على الجهاز ٣–٥ دقائق.
- تنفيذ الجهد البدني المحدد سابقًا، حيث يستمر اللاعب بالجري على جهاز السير المتحرك لمدة ٦٠ دقيقة وبشدة ٨٠ % من أقصى شدة واقصى نبض.

- إجراء قياسات بعد الجهد البدني للمتغيرات قيد البحث.
- تناول جرعة الماغنسيوم لكل لاعب علي حده لمده ١٥ يوم.
- إجراء قياسات قبل الجهد البدني في وقت الراحة لضبط المتغيرات والتأكد من عدم ممارسة اللاعبين لأى جهد بدني اخر وذلك يوم ٢٠١٨/٨/٢م.
- تنفيذ الجهد البدني المحدد سابقًا، حيث يستمر اللاعب بالجري على جهاز السير المتحرك لمدة ٦٠ دقيقة وبشدة ٨٠% من أقصى شدة واقصى نبض.
- إجراء قياسات بعد الجهد البدني للمتغيرات قيد البحث.



شكل (١) الرسم التوضيحي لخطة إجراء البحث

المعالجات الإحصائية:

-المتوسط الحسابي. - الإنحراف المعياري

- معامل التفلطح - معامل الإلتواء

- دلالة الفروق بإستخدام إختبار T- Test

عرض النتائج ومناقشتها:

١- عرض نتائج الفرض الأول:

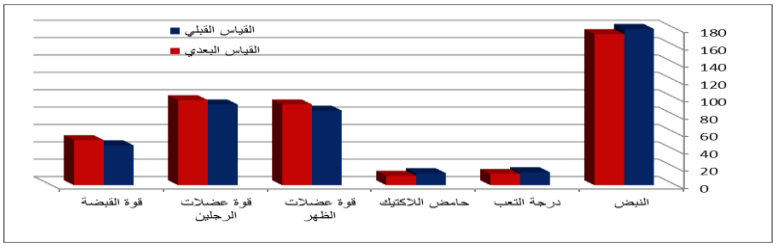
توجد فروق دالة إحصائيا بين متوسطات درجات القياسات القبلية والبعدية في مؤشرات الأداء البدني (معدل ضربات القلب- نسبة حامض اللاكتيك في الدم- درجة التعب- قوه عضلات الظهر- قوة عضلات الرجلين- قوة عضلات القبضة) لصالح القياس البعدي.

جدول (٣)

دلالة الفروق بين متوسطات درجات القياسين القبلي والبعدي في مؤشرات الأداء البدني (ن = ٩)

المتغيرات	وحدة القياس	القياس القبلي		القياس البعدي		مستوى الدلالة
		س-	± ع	س-	± ع	
النبض	نبضة/دقيقة	٧٧,٤٨	٢,٠٢	٧٥,٢	١,٥٢	٦,٨
درجة التعب	درجة	٤,٢٢	٠,٠٢	٥,٣١	٠,٠١	١٢٤,١٨
حامض اللاكتيك	mmol/L	١٢,٧	٠,٤٨	٨,٤	٠,٥٢	٢٠,١٥
قوة عضلات الظهر	كجم	١٠٧,٢	١,٢٣	١١٠,٨	٠,٩٢	٩,٠٠
قوة عضلات الرجلين	كجم	٧٩,٨	١,٠٣	٨٨	٢,٥٨	٨,٣١
قوة القبضة	كجم	٢٦	٠,٨٢	٢٨,٧	٠,٦٧	٨,٠٦

* معنوي عند مستوى ٠.٠٥ = ٢.٣٠٦



شكل رقم (٢) يوضح دلالة الفروق بين متوسطات درجات القياسين القبلي والبعدي في مؤشرات الأداء البدني

يتضح من خلال جدول (٣) والشكل (٢) وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات القياسين القلبي والبعدي في مؤشرات الأداء البدني لصالح القياس البعدي حيث جاءت قيمة (ت) المحسوبة لكل منها أكبر من قيمتها الجدولية عند مستوى ٠.٠٥ وتراوحت ما بين (٧.٤:١٢.٣).

ويعزى الباحث هذه الفروق الدالة احصائياً إلى أن الماغنسيوم هو أحد وسائل انتاج الطاقة للرياضيين الذي يساهم بدقة في عمليات التمثيل الغذائي والمتغيرات الفسيولوجية المختلفة المتعلقة بالأداء العضلي، ويتفق هذا مع نتائج الكثير من الدراسات (٣١)(٤٣).

ويشير كلاً من "**نيلسين Nielsen**" (٢٠٠٦م) (٣٠)، "**بوهي Bohl**" (٢٠٠٢م) (٧)، "**رايسيجير Rayssiguier**" (٢٠٠١م)(٣٢) أن التمرين مرتفع الشدة يؤدي إلى نقص ماغنسيوم الدم، ويمكن أن يؤدي ذلك إلى ضعف العضلات، وخلل وظيفي عصبي عضلي، وكل ذلك يؤثر على الأداء البدني وهبوط في مستوى الفورمة الرياضية أو الحالة الصحية.

وذكرت دراسة "**بريلا وهيلي Brilla, Haley** " (١٩٩٢م)(٨) أن البرنامج الغذائي الغني بالماغنسيوم أو استخدام مكمل الماغنسيوم يزيد من قوة العضلات وبالتالي تحسن في مستوى الأداء.

ولاحظت دراسة "**تيربلانش وآخرون Terblanche**" (١٩٩٢م) (٣٩) أن متسابقين الماراثون الذين لديهم نسبه ماغنسيوم كافية لم يحسنوا أداء الجري أو وظائف العضلات الهيكلية.

على الرغم من هذه النتائج المتعارضة إلا أن نتائج دراسة كلا من "**فولبي Volpe** (٢٠١٥)(٤٣)، **لوكسكي Lukaski**" (٢٠٠٤م)(٢١) تشير على أن مكملات الماغنسيوم يمكن إعتبارها وسيلة مساعدة أو منشط ذات تأثير مفيد على الوظيفة الفسيولوجية أو الأداء عندما تكون نسبة الماغنسيوم طبيعية.

على الرغم من أن الماغنسيوم له تأثير إيجابي على وظيفة العضلات، إلا أن نتائج دراسات كلا من "**بريلا واخرون Brilla et, al,** "(١٩٩٢) (٨)، **نربلنش واخرون Terblanche et, al,** "(١٩٩٢)(٣٩) قد أظهرت نتائج متباينة حول فعالية مكملات الماغنسيوم في الرياضيين،وإستنادًا إلى البيانات دراسة كلا من "**فولبي Volpe** "(٢٠١٥م)(٤٣)، "**سزاجا واخرون Czaja et, al,** "(٢٠١١م)(١٠)،"**لوكاسكي Lukaski**"(٢٠٠٤م)(٢١) أن

معظم الرياضيين لا يستهلكون كميات كافية من الماغنسيوم في وجباتهم الغذائية.

تشير التجارب العملية التي أجريت على آثار الماغنسيوم على قوة العضلات، أثبتت نتائج دراسة "**دومينجيز واخرون Dominguez et, al,** "(٢٠٠٦م) (١٢) إلى أن نقص الماغنسيوم يرتبط بانخفاض الأداء في قوة عضلات القبضة، وعزم الدوران على امتداد الركبة، وقوة عضلات الساق السفلى، وقوة عضلات الكاحل، ومن هنا يتحقق الفرض الأول والذى ينص على، "توجد فروق دالة إحصائيا بين متوسطات درجات القياسات القبلية والبعدية في مؤشرات الاداء البدني (معدل ضربات القلب- نسبة حامض اللاكتيك في الدم- درجة التعب- قوه عضلات الظهر- قوة عضلات الرجلين- قوة عضلات القبضة) لصالح القياس البعدي".

٢- عرض نتائج الفرض الثانى:

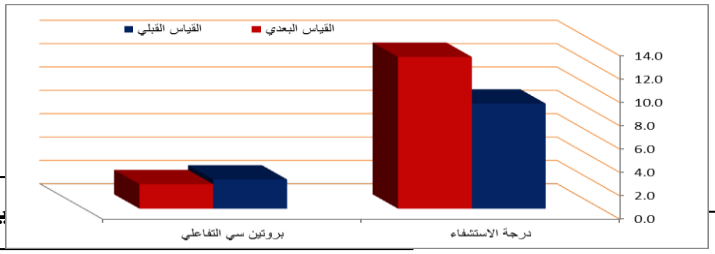
توجد فروق دالة إحصائيا بين متوسطات درجات القياسات القبلية والبعدية في مؤشرات الاستشفاء (بروتين سي التفاعلي- درجة الاستشفاء) لصالح القياس البعدي:

جدول (٤)

دلالة الفروق بين متوسطات درجات القياسين القبلي والبعدي في مؤشرات الاستشفاء (ن = ٩)

المتغيرات	وحدة القياس	القياس القبلي		القياس البعدي		مستوى الدلالة
		س-	± ع	س-	± ع	
درجة الاستشفاء	mmol/L	٩	٠,٨	١٣	٠,٨	٣٧
بروتين سي التفاعلي	mg/dl	٢,٥	٠,٢	٢,١	٠,٢	١٠,٧

* معنوي عند مستوى ٠.٠٥ = ٢.٣٠٦



شكل (٣)

يوضح دلالة الفروق بين متوسطات درجات القياسين القبلي والبعدي في مؤشرات الاستشفاء

يتضح من خلال جدول (٤) والشكل (٣) وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات القياسين القبلي والبعدي في مؤشرات الإستشفاء لصالح القياس البعدي حيث جاءت قيمة (ت) المحسوبة لكل منها أكبر من قيمتها الجدولية عند مستوى ٠.٠٥ وتراوحت ما بين (١٠.٧:٣٧).

ويعزى الباحث هذه الفروق الدالة إحصائياً الى أن إستراتيجيات الإستشفاء بعد التمرين مهمة للغاية للنجاح الرياضي، وبالتالي من المهم مراعاة أن جميع الأنظمة الهيكلية والعصبية، المناعية، والتمثيل الغذائي، يجب متابعتها من خلال التمرين والمنافسة ولذلك إستخدم الباحث مكمل الماغنسيوم لأنه يلعب دورًا أساسيًا في وظيفة العضلات وهو ضروري لإنتاج الطاقة والإسترخاء والإنقباض العضلي وتتفق هذه النتائج مع نتائج دراسة "**معهد الطب الأمريكي** (٢٠١١م)(١٧)، **بوهي Bohl**"(٢٠٠٢م)(٧).

وأثبتت نتائج دراسة كلاً من "**مونتيريو واخرون Monteiro et, al,** (٢٠١٦م) (٢٧)، **متياس واخرون Matias et, al,** "(٢٠١٥م)(٢٣) أن حالة الماغنسيوم الطبيعية في الجسم مرتبطة بحماية الأنسجة والخلايا لدى الرياضيين نتيجة ممارسة الأحمال البدنية العالية أو التدريب بدون وسائل استشفاء.

ونظراً للعلاقة بين الماغنسيوم والإجهاد العضلي التي اكدتها نتائج "**دراسة مازيور وآخرون Mazur et, al,** "(٢٠٠٧م)(٢٥) تفيد بأن نقص الماغنسيوم يسبب الالتهاب.

ويري "**ناسير واخرون Nassir et, al,** "(١٩٩٥م)(٢٨) أن من إحدي الطرق الذي يسهم بها الماغنسيوم في المسارات المضادة للالتهابات، دوره في الحفاظ على مستويات الدهون الثلاثية المنخفضة التي تزداد مع نقص ماغنسيوم الدم.

ويشير "**بيناردوت واخرون Benardot et, al,** "(٢٠١٢م)(٦) أن نقص الماغنسيوم يؤثر على وظائف العضلات ويؤدي إلى إنخفاض القوة وتشنجات وتلف ألياف العضلات أثناء التمرين والرياضة.

وأخيرا وليس اخراً اكدت نتائج "**غيريرو وآخرون Guerrero et, al,** " (٢٠٠٢م) (١٥) فحص مستويات البروتين سي التفاعلي، وجد أن تناول الماغنسيوم يتناسب عكسيا مع مستويات البروتين سي التفاعلي.

ومن هنا نجد انه قد تحقق الفرض الثاني والذى ينص على "توجد فروق دالة إحصائيا بين متوسطات درجات القياسات القبلية والبعدية في مؤشرات الاستشفاء (بروتين سي التفاعلي – درجة الاستشفاء) لصالح القياس البعدي".

الاستنتاجات:

١- وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات القياسين القبلي والبعدي في مؤشرات الاداء البدني لصالح القياس البعدي حيث جاءت قيمة (ت) المحسوبة لكل منها أكبر من قيمتها الجدولية عند مستوى ٠.٠٥، حيث يعمل الماغنسيوم على تحسن في مؤشرات الأداء البدني، حيث يتضح من جدول (٣) أن معدل النبض جاء في القياس القبلي (١٨٠نبضة / دقيقة) وجاء القياس البعدي(١٧٤نبضة / دقيقة) بينما درجة التعب كانت ١٥ درجة وأصبحت ١٣ درجة بينما جاء حامض اللاكتيك في القياس القبلي ١٤mmol\L والقياس البعدي كان ١١ mmol\Lوكانت قوة عضلات الظهر في القياس القبلي ٨٦كم وفى القياس البعدي أصبحت ٩٣كجم بينما جاءت القياسات القلبية لقوة

عضلات الرجلين ٩٣كجم وكان القياس البعدي ٩٨كجم وجاء القياس القبلي لقوه عضلات القبضة بـ٤٦كجم بينما القياس البعدي اصبح ٥٢كجم ومن هنا يتضح ان تناول الماغنسيوم يؤدى إلى تحسن مؤشرات الأداء البدني والمتمثلة في المتغيرات السابقة

٢- وجود فروق دالة إحصائياً بين متوسطات درجات القياسين القبلي والبعدي في مؤشرات الاستشفاء لصالح القياس البعدي حيث جاءت قيمة (ت) المحسوبة لكل منها أكبر من قيمتها الجدولية عند مستوى ٠.٠٥، حيث يتضح من جدول (٤) انه يوجد تحسن في متغيرات الاستشفاء نتيجة تناول الماغنسيوم ويتضح ذلك من خلال أن درجة الاستشفاء في القياس القبلي كانت ٩**mmol\L** بينما في القياس البعدي أصبحت ١٣ **mmol\Lk**، وايضاً بروتين سي التفاعلي كانت نتائجه في القياس القبلى٢.٥ **mmol\L** بينما أصبحت في القياس البعدي ٢.١**mmol\L** ومن هنا يتضح ايضاً انه تم التحسن في متغيرات الاستشفاء نتيجة تناول المغنسيوم.

التوصيات:

- استخدام الماغنسيوم هام وضروري للرياضيين عند ممارسة الانشطة البدنية مرتفعة الشدة لما له من أهمية بالغة في تسريع عملية الاستشفاء.
- توعية المدربين بأهمية تناول اللاعبين للماغنسيوم قبل وأثناء لما له من تأثير هام على انتاج الطاقة والتمثيل الغذائي للعضلات.
- ضرورة اجراء المزيد من البحوث لدراسة تأثير الماغنسيوم على الاجهاد العضلي وإنعكاس ذلك على مستوى الاداء البدني والمهاري.

((المراجـــــــع))

اولاً: المراجع باللغة العربية:

١- **أبو العلا احمد عبد الفتاح (٢٠٠٣م):** فسيولوجيا التدريب والرياضة، دار الفكر العربي، القاهرة.

٢- **احمد محمود عثمان(٢٠١٦م):** تأثير تناول الكركمين كأحد وسائل الاستشفاء بالتغذية على بعض المتغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية والالم العضلي لدي الرياضيين، رسالة ماجستير، كلية التربية الرياضية، جامعة أسيوط.

٣- **عبدالله عبده فاضل (٢٠١٨م):** تأثير بعض وسائل الاستشفاء بعد أداء مجهود بدني مرتفع الشدة على وظائف الكلى لدى لاعبي التحمل الهوائي، رسالة ماجستير، كلية التربية الرياضية، جامعة أسيوط.

٤- **مفتي إبراهيم حماد (٢٠١٠م):** المرجع الشامل في التدريب الرياضي (التطبيقات العملية)، دار الكتاب الحديث، القاهرة.

ثانياً: المراجع باللغة الأجنبية:

5- **Babault, N., Pousson, M., Ballay, Y., & Van Hoecke, J. (2001)**. Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric, and eccentric contractions. Journal of Applied Physiology, 91(6), 2628-2634.

6- **Benardot, D. (2012).** Advanced Sports Nutrition (2nd ed.). Champaign, Urbana: Human Kinetics Publisher

7- **Bohl CH, Volpe SL. (2002)** Magnesium and exercise. Crit Rev Food Sci Nutr; 42: 533-63.

8- **Brilla LR, Haley TF. (1992)** Effect of magnesium supple- mentation on strength training in humans. J Am Coll Nutr; 11: 326-9.

9- **Córdova Martínez Alfredo , Fernández-Lázaro Diego , Mielgo-Ayuso Juan , Seco Calvo Jesús, Caballero García Alberto (2017)** Effect of magnesium supplementation on muscular damage markers in basketball players during a full Season Magnesium Research; xx (x): 1-10

10- **Czaja J, Lebiedzin´ ska A, Marszał M, Szefer P. (2011)**: Evaluation for magnesium and vitamin B6 supple- mentation among Polish elite athletes. Rocz Panstw Zakl Hig; 62: 413-8.

11- **Dacey M. J (2001.)** Hypomagnesemic disorders. Crit. Care Clin;17:155-173;

12- **Dominguez, L. J., Barbagallo, M., Lauretani, F., Bandinelli, S., Bos, A., Corsi, A. M., Ferrucci, L. (2006).** Magnesium and muscle performance in older persons: The Inchianti study. The American Journal of Clinical Nutrition, 84(2), 419-426.

13- **Emad shaban (2016):** the effects of different intensities exercise on cellular markers of inflammation and plasma lipoprotein

fractions in overweight men, assiut journal of sport science and arts , vol; 1, November.

14- **Gordana Dmitra{inovi}, Vesna Pe{i}, Du{anka Stani}, Bosiljka Ple}a{-Solarovi} Marijana Dajak, Svetlana Ignjatovi} (2016)** Acth, Cortisol And Il-6 Levels In Athletes Following Magnesium Supplementation J Med Biochem 35: 375 –384,

15- **Guerrero-Romero, F., & Rodriguez-Moran, M. (2002).** Relationship between serum magnesium levels and C-reactive protein concentration, in non-diabetic, nonhypertensive obese subjects. International Journal of Obesity, 26(4), 469-474.

16- **Innerarity, S. (2000)**. Hypomagnesemia in acute and chronic illness. Crit. Care Nurs. Q. 23:1-19.

17- **Institute of Medicine (US).** Standing committee on the scientific evaluation of dietary reference intakes. In: Dietary reference intake for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride. Washington (DC): National Academies Press (US), 2011.

18- **King, M., & Duffield, R. (2009).** The effects of recovery interventions on consecutive days of intermittent sprint exercise. The Journal of

Strength and Conditioning Research, 23(6), 1795-1802.

19- **Laires, M. J., & Monteiro, C. (2007).** Exercise and magnesium, Springer-Verlag London Limited , New Perspectives in Magnesium Research Nutrition and Health, pp 173-185

20- **LaStayo, P. C., Woolf, J. M., Lewek, M. D., Snyder-Mackler, L., Reich, T., & Lindstedt, S. (2003)**. Eccentric muscle contractions: Their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 33(10), 557-571.

21- **Lukaski HC. (2004)** Vitamin and mineral status: effects on physical performance. Nutrition; 20: 632-44.

22- **Lukaski HC1.(2000)** Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity.Am J Clin Nutr.; 72(2 Suppl): 585S-93S.

23- **Matias CN, Monteiro CP, Santos DA, et al. (2015)** Mag- nesium and phase angle: a prognostic tool for monitoring cellular integrity in judo athletes. Magnes Res; 28: 92-8.

24- **Matias, C. N., Santos, D. A., Monteiro, C. P., Silva, A. M., de Fátima Raposo, M., Martins, F., Laires, M. J. (2010).** Magnesium and

strength in elite judo athletes according to intracellular water changes. Magnesium Research, 23(3), 138-141.

25- **Mazur A, Maier JA, Rock E, Gueux E, Nowacki W, Rayssiguier Y. (2007)** Magnesium and the inflammatory response: potential physiopathological implications. Arch Biochem Biophys; 458: 48-56.

26- **Mirela Vasilescu(2015):** Magnesium supplementation in top athletes - effects and recommendations, Medicina Sportiva, vol. XI, no 1, 2482-2494

27- **Monteiro CP, Matias CN, Bicho M, Santa-Clara H, Laires MJ. (2016)** Coordination between antioxidant defences might be partially modulated by magne- sium status. Magnes Res; 29: 161-8.

28- **Nassir, F., Mazur, A., Giannoni, F., Gueux, E., Davidson, N. O., & Rayssiguier, Y. (1995).**Magnesium deficiency modulates hepatic lipogenesis and apolipoprotein gene expression in the rat. Biochimica Et Biophysica Acta (BBA)-Lipids and Lipid Metabolism, 1257(2), 125-132.

29- **Newham, D. J., McPhail, G., Mills, K. R., & Edwards, R. H. T. (1983).** Ultrastructural changes after concentric and eccentric

contractions of human muscle. Journal of the Neurological Sciences, 61(1), 109-122. doi: 10.1016/0022-510X(83)90058-8

30- **Nielsen FH, Lukaski HC. (2006)** Update on the relation- ship between magnesium and exercise. Magnes Res; 19: 180-9.

31- **Rayssiguier Y, Guezennec CY, Durlach J. (1990)** New experimental and clinical data on the relation- ship between magnesium and sport. Magnes Res; 3: 93-102.

32- **Rayssiguier Y, Mazur A, Durlach J. (2001)** Advance in magnesium research: nutrition and health. London: John Libbey Company,.

33- **RobertDantzer (2004)** Innate immunity at the forefront of psychoneuroimmunology Brain, Behavior, and Immunity Volume 18, Issue 1, January, Pages 1-6

34- **Rosene, J., Matthews, T., Ryan, C., Belmore, K., Bergsten, A., Blaisdell, J.,... Ward, K. (2009).** Short and longer-term effects of creatine supplementation on exercise induced muscle damage. Journal of Sports Science and Medicine, 8(1), 89-96.

35- **Rude RK. Magnesium. In: Ross AC, Caballero B,Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR**

(2012). Modern Nutrition in Health and Disease. 11th ed. Baltimore, Mass: Lippincott Williams & Wilkins; pp159-75.

36- **Schneider DA1, Berwick JP, Sabapathy S, Minahan CL (2007)**. Delayed onset muscle soreness does not alter O2 uptake kinetics during heavy-intensity cycling in humans. Int J Sports Med. Jul;28(7):550-6. Epub 2007 Mar 20.

37- **Sousa M1, Fernandes MJ, Moreira P, Teixeira VH (2013).** Nutritional supplements usage by Portuguese athletes.Int J Vitam Nutr Res.; 83(1): 48-58.

38- **Spanish Society of Dietetics and Food Sciences**. Madrid. Available http://www.nutricion.org/ (Accessed 4th March 2017).

39- **Terblanche S, Noakes TD, Dennis SC, Marais D, Eckert M. (1992)** Failure of Mg supplementation to influ- ence marathon running performance or recovery in Mg replete subjects. Int J Sport Nutr; 2: 154-64.

40- **Tesch, P., Dudley, G., Duvoisin, M., Hather, B., & Harris, R. (2008)**. Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric

or eccentric muscle actions. Acta Physiologica Scandinavica, 138(3), 263-271.

41- **United States Department of Health and Human Services,** National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements. Available from: http://ods.od.nih.gov/factsheets/ Magnesium -Health Professional/#h2. Accessed 6 Feb 2015.

42- **Volpe SL. (2013)** Magnesium in disease prevention and overall health. Adv. Nutr. ; 4:378SY83.

43- **Volpe SL. (2015)** Magnesium and the athlete. Curr Sports Med Rep; 14: 279 83.

44- **Wang ML, Chen YJ, Cheng F. (2014).** Nigari (deep seawater concentrate) enhances the treadmill exercise performance of gerbils. Biol Sport.; 31(1): 69-72.

45- **White JP1, Wilson JM, Austin KG, Greer BK, St John N, Panton LB. (2008)**.Effect of carbohydrate-protein supplement timing on acute exercise-induced muscle damage. J Int Soc Sports Nutr. Feb 19;5:5. doi: 10.1186/1550-2783-5-5.