

دراسة مشعر نفاذ المغنيزيوم لدى مرضى وحدة العناية القلبية في مستشفى حمص الجامعي

إعداد طالبة الدراسات العليا
حليمة خالد حمود

إشراف مشارك
د. فراس زريقا

بإشراف
د. لبانة شدود

2026-2025

الملخص

خلفية البحث: يُعدّ نقص المغنيزيوم مشكلة شائعة عند مرضى العناية القلبية، ويرتبط بزيادة معدل المراضة والوفيات نظرًا لدوره المهم في تنظيم النشاط الكهربائي القلبي ووظيفة العضلة القلبية. تعدّ الطرق التقليدية لقياس مستوى المغنيزيوم في الجسم مثل قياس مغنيزيوم المصل محدودة الدقة، فهي لا تعكس المخزون الخلوي الحقيقي. وعلى الرغم من أن اختبار تحمل المغنيزيوم MTT يعتبر المشعر الأدق لتقدير حالة المغنيزيوم في الجسم إلا أن طريقة حسابه معقدة نوعًا ما، وتحتاج إلى زمن طويل مما يعيق الاستفادة منه في الحالات الإسعافية التي تتطلب تعويض فوري للمغنيزيوم، فكان لابد من البحث عن مشعر يعكس حالة المغنيزيوم في الجسم بطرق موثوقة أكثر سرعة وأقل تعقيدًا.

هدف الدراسة: هدفت هذه الدراسة إلى تقييم قدرة كل من مشعر (MDS Magnesium depletion score) وعيار مستوى المغنيزيوم في المصل على التنبؤ بحالة المغنيزيوم لدى مرضى وحدة العناية

القلبية، بالمقارنة مع المعيار الذهبي وهو اختبار تحمل المغنيزيوم MTT، وتحديد حساسية ونوعية كل منهما والقيمة التنبؤية لكل منهما في كشف نفاذ المغنيزيوم.

الطرائق: شملت الدراسة 120 مريضاً مقبولين في وحدة العناية القلبية، وتم إجراء تقييم سريري ومخبري لهم يشمل قياس مغنيزيوم المصل، تطبيق اختبار تحمل المغنيزيوم MTT، وحساب مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS. جرى تحليل البيانات باستخدام الاختبارات الإحصائية الملائمة لتحديد الترابط بين المؤشرات الثلاثة، وحساب الحساسية والنوعية والقيمة التنبؤية لكل من MDS ومستوى مغنيزيوم المصل على اعتبار أن MTT هو الاختبار المرجعي.

النتائج: تم تصنيف المرضى وفق مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS إلى ثلاث مجموعات: مجموعة الخطورة المنخفضة ($MDS = 0-1$) وضمت 20 مريضاً بنسبة 16.7%، ومجموعة الخطورة المتوسطة ($MDS = 2$) وضمت 22 مريضاً بنسبة 18.3%، ومجموعة الخطورة المرتفعة ($MDS \geq 3$) وضمت 78 مريضاً بنسبة 65%.

باستخدام اختبار Kruskal-Wallis أظهر اختبار تحمل المغنيزيوم MTT اختلافاً ذا دلالة إحصائية بين المجموعات المصنفة تبعاً لمشعر نفاذ المغنيزيوم حيث بلغت قيمة $H=14.0705$ مع قيمة $P=0.00088$. كمت لوحظ ازدياد متوسط قيم MTT تدريجياً مع ارتفاع درجة مشعر نفاذ المغنيزيوم، إذ بلغ 66.9% في مجموعات الخطورة المنخفضة و 79.5% في مجموعات الخطورة المتوسطة و 81.4% في مجموعات الخطورة المرتفعة.

كما تمت مقارنة كل من تركيز مغنيزيوم المصل ومشعر نفاذ المغنيزيوم مع اختبار تحمل المغنيزيوم لمعرفة المعيار الأفضل للكشف عن عوز مغنيزيوم الجسم الكلي. أظهر تركيز مغنيزيوم المصل حساسية منخفضة تراوحت بين 0-67% مع نوعية تراوحت بين 4-11% ودقة بلغت 7% في معظم العتبات المدروسة. كما أظهر تركيز المغنيزيوم البولي حساسية منخفضة تراوحت بين 0-5%، ونوعية تراوحت بين 2-13%، مع انخفاض القيم التنبؤية والدقة التشخيصية.

بالمقابل، أظهر مشعر نفاذ المغنيزيوم أداءً تشخيصياً أفضل نسبياً، حيث بلغت الحساسية 86% عند العتبة <1 و 70% عند العتبة <2، مع نوعية وصلت إلى 100% في بعض العتبات، ودقة تراوحت بين 33% و 83%.

الخلاصة: يُعدّ MDS مؤشراً سريريًا بسيطاً وفعالاً في تقييم حالة المغنيزيوم لدى مرضى وحدة العناية القلبية، ويُظهر قدرة تنبؤية جيدة لنقص المغنيزيوم مقارنةً بمغنيزيوم المصل، وقابلية للمقارنة مع MTT. يُوصى باستخدامه كأداة مساعدة لتحديد المرضى المعرضين لنقص المغنيزيوم وتوجيه العلاج المناسب بشكل مبكر.

كلمات مفتاحية: مشعر نفاذ المغنيزيوم، MDS، مغنيزيوم المصل، MTT، أمراض القلب، العناية القلبية، نقص المغنيزيوم.

Studying of Magnesium Depletion Score in patients admitted to the cardiac intensive care unit at Homs University Hospital

by postgraduate student:

Halima Hamoud

Supervisor:

Dr. Lubana Shaddoud

Co-supervisor:

Dr. Firas Zrika

2026-2025

Abstract

Background: Magnesium deficiency is a common disorder among patients admitted to cardiac intensive care units and is associated with increased morbidity and mortality due to its essential role in regulating cardiac electrical activity, maintaining muscular function, and modulating immune responses. However, conventional methods used to assess magnesium status, particularly serum magnesium measurement, have limited accuracy because they do not

adequately reflect total body or intracellular magnesium stores. Therefore, the Magnesium Depletion Score (MDS) has emerged as a simple clinical tool based on the presence of factors associated with an increased risk of chronic magnesium deficiency.

Objective: This study aimed to evaluate the ability of the Magnesium Depletion Score (MDS) to detect magnesium status in patients admitted to the cardiac intensive care unit and to compare its performance with serum magnesium measurement and the Magnesium Tolerance Test (MTT). In addition, the sensitivity, specificity, and predictive value of MDS for detecting magnesium deficiency were assessed.

Methods: This study included 120 patients admitted to the cardiac intensive care unit. All patients underwent clinical and laboratory evaluation, including serum magnesium measurement, Magnesium Tolerance Test (MTT), and calculation of the Magnesium Depletion Score (MDS). Statistical analyses were performed using appropriate tests to assess the relationship among the three indicators and to determine the sensitivity, specificity, and predictive value of MDS.

Results: patients were classified according to the Magnesium Depletion Score (MDS) into three groups: a low-risk group (MDS = 0–1) including 20 patients (16.7%), a moderate-risk group (MDS = 2) including 22 patients (18.3%), and a high-risk group (MDS $\geq$ 3) including 78 patients (65%). Clinical and laboratory variables were compared among the different MDS groups.

The Magnesium Tolerance Test (MTT) showed a statistically significant difference among the MDS groups using the Kruskal–Wallis's test ($H = 14.0705$, $p = 0.00088$). A progressive increase in mean MTT values was observed with increasing MDS categories, reaching 66.9% in the low-risk group, 79.5% in the moderate-risk group, and 81.4% in the high-risk group.

In addition, serum magnesium concentration, urinary magnesium concentration, and the Magnesium Depletion Score were compared against the Magnesium Tolerance Test (MTT) to determine the most effective marker for detecting total body magnesium deficiency. Serum magnesium concentration demonstrated low sensitivity, ranging from 0% to 67%, with specificity ranging from 4% to 11%, while diagnostic accuracy reached approximately 7% at most of the studied cut-off points. Urinary magnesium concentration also showed poor diagnostic performance, with sensitivity ranging from 0% to

5% and specificity ranging from 2% to 13%, accompanied by low predictive values and diagnostic accuracy.

In contrast, the Magnesium Depletion Score exhibited relatively better diagnostic performance, achieving a sensitivity of 86% at a cut-off value of >1 and 70% at a cut-off value of >2 , while specificity reached 100% at certain cut-off points. Overall diagnostic accuracy ranged from 33% to 83%.

These findings suggest that the Magnesium Depletion Score may be more effective than serum and urinary magnesium concentrations in assessing total body magnesium status in intensive care unit patients when compared with the Magnesium Tolerance Test. Furthermore, MDS may serve as a simple, practical, and easily applicable diagnostic and prognostic tool in this patient population.

Conclusion: The Magnesium Depletion Score (MDS) is a simple and effective clinical tool for assessing magnesium status in patients admitted to the cardiac intensive care unit. It may be more informative than serum magnesium measurement alone in detecting functional magnesium deficiency, supporting its potential use as an adjunctive tool for the early identification of patients at risk of magnesium.

Keywords: magnesium depletion score (MDS), magnesium tolerance test MTT, serum magnesium, cardiac intensive care unit, magnesium deficiency, heart diseases.

1. مقدمة Introduction

يعد المغنيزيوم عنصر أساسي في جسم الإنسان إذ يشارك في العديد من العمليات الاستقلابية والفيزيولوجية (1)، يؤدي اختلال توازنه إلى مجموعة من الأعراض. قد يحدث فرط مغنيزيوم الدم Hypermagnesemia لدى مرضى القصور الكلوي أو الذين يتلقون جرعة تحميل من المغنيزيوم، وقد يؤدي في بعض الحالات إلى اضطرابات قلبية وتنفسية شديدة (2). في المقابل، يرتبط نقص المغنيزيوم بزيادة خطر الإصابة بالعديد من الأمراض مثل ارتفاع ضغط الدم، وتصلب الشرايين، والداء السكري من النوع الثاني. (3، 4) يُعد عدم كفاية تناول المغنيزيوم، واضطراب امتصاصه المعوي، واضطراب تنظيم المغنيزيوم في الكلى من الآليات المرضية المحتملة لنقص مغنيزيوم الدم، والتي تُدرست جيدًا لسنوات عديدة. رغم ذلك لا يشخص عوز المغنيزيوم بشكل كافٍ حتى الآن لعدم وجود طريقة بسيطة ودقيقة تعكس مخزون المغنيزيوم الفعلي في الجسم. (5)

يُعدّ قياس تركيز المغنيزيوم في الدم الطريقة الأكثر شيوعًا لتقييم حالة المغنيزيوم في الممارسة السريرية، إلا أنه لا يعكس بدقة مستوى المغنيزيوم الكلي في الجسم إذ يبقى أحيانًا ضمن المجال المرجعي الطبيعي خاصةً في حالات نقص المغنيزيوم المزمن. (6، 7) يحتوي الدم على 0.3% من إجمالي المغنيزيوم في الجسم بينما يُخزن الباقي بشكل رئيس في العظام والعضلات والأنسجة الرخوة. يُمكن أيضًا قياس مستوى المغنيزيوم في البول لتقييم حالة المغنيزيوم (8)، إلا أن نتائجه تتأثر بسهولة بالنظام الغذائي، ومثبطات مضخة البروتون، ومدرات البول، ووظائف الكلى. (9، 6) إضافةً إلى ذلك يُعدّ هذا الاختبار مريبًا خاصةً لكبار السن، لأنه يتطلب جمع عينة بول لمدة 24 ساعة. (10)

يُعتبر اختبار تحمل المغنيزيوم المعيار الذهبي لتقييم حالة المغنيزيوم في الجسم، ويتطلب إجراؤه جمع عينة بول 24 ساعة، ثم تسريب المغنيزيوم وريديًا، ثم جمع عينة بول 24 ساعة أخرى لتقييم نسبة احتباس المغنيزيوم في الجسم. إلا أن هذا الاختبار يعد معقد نسبيًا ويصعب تطبيقه على نطاق واسع، كما أنه غير مناسب لبعض المرضى مثل المصابين باضطراب في وظائف الكلى.

في السنوات الأخيرة، ظهر مشعر نفاذ المغنيزيوم (Magnesium Depletion Score, MDS) كأداة سريرية بسيطة تهدف إلى تقدير خطر نفاذ مخازن المغنيزيوم في الجسم اعتماداً على مجموعة من العوامل المرتبطة بزيادة فقد المغنيزيوم أو انخفاض توافره، أبرزها استخدام المدرات البولية، ومثبطات مضخة البروتون، واضطرابات وظائف الكلية، واستهلاك الكحول. لذلك قد يشكل MDS وسيلة عملية ومفيدة في الكشف المبكر عن نقص المغنيزيوم وتقييم حالته لدى المرضى، خاصة في الحالات التي تكون فيها المؤشرات التقليدية محدودة الدقة. (11، 12)

يُحسب مشعر نفاذ المغنيزيوم (MDS) اعتماداً على وجود مجموعة من العوامل السريرية المعروفة بارتباطها بزيادة فقدان المغنيزيوم من الجسم وانخفاض مستوياته. ويُعطى لكل عامل من هذه العوامل نقطة واحدة، ثم تُجمع النقاط للحصول على القيمة النهائية للمشعر. وتشمل هذه العوامل عادةً: استخدام المدرات البولية، الكحولية، اضطراب الوظيفة الكلوية، استخدام مثبطات مضخة البروتون PPIs. يتم تصنيف المرضى حسب القيمة الناتجة عن جمع النقاط، حيث تشير القيم المنخفضة إلى احتمال أقل لحدوث نفاذ المغنيزيوم، بينما تدل القيم المرتفعة على خطر أكبر. (14)

تكمن أهمية هذا المشعر في سهولة تطبيقه و اعتماده على معلومات يمكن تحديدها بسهولة من السيرة المرضية أو الملف الطبي للمريض، مما يجعله أداة بسيطة وسريعة للتقدير غير المباشر لحالة المغنيزيوم في الجسم. كما يفيد في الحالات التي قد تكون فيها مستويات المغنيزيوم في المصل طبيعية رغم وجود نقص حقيقي في مخازن المغنيزيوم داخل الخلايا. خصوصاً في الحالات القلبية الحرجة، حيث يرتبط نقصه بزيادة خطر حدوث اضطرابات النظم القلبية. (15)

2. أهمية البحث:

تكمن في تقديم أداة أكثر كفاءة لتقدير حالة المغنيزيوم لدى مرضى العناية المشددة، حيث إن اضطراب مستوياته قد يؤدي إلى اختلالات خطيرة، خاصة على المستوى القلبي، وقد يسهم في زيادة معدل الوفيات. كما تتبع أهمية الدراسة من قلة الأبحاث المحلية التي تناولت هذا الموضوع، إضافة إلى الحاجة إلى اعتماد مؤشر بسيط وسريع وغير مكلف لتقدير حالة المغنيزيوم في الجسم. وقد يسهم في توجيه التدبير السريري بشكل أفضل.

3. هدف البحث:

يهدف البحث بشكل رئيس إلى تقييم فعالية مشعر نفاذ المغنيزيوم (MDS) في الكشف عن حالة المغنيزيوم لدى مرضى وحدة العناية القلبية، ومقارنته باختبار تحمل المغنيزيوم بهدف تحديد حساسية ونوعية هذا المشعر وقدرته التنبؤية على تحديد حالات نقص المغنيزيوم في الجسم. كما تهدف الدراسة بشكل ثانوي إلى تقييم كفاءة قياس مغنيزيوم المصل في تحديد حالة نقص المغنيزيوم في الجسم.

بالإضافة إلى تقديم توصيات سريرية حول استخدام MDS كأداة مساعدة في تقييم مغنيزيوم الجسم في وحدة العناية القلبية لتحسين جودة الرعاية وتوجيه التدابير العلاجية المبكرة.

4. أدوات وطرائق البحث:

تم جمع بيانات مرضى وحدة العناية القلبية المقبولين في الدراسة بدقة، باستخدام استمارة تتضمن البيانات الشخصية (العمر والجنس) وسبب القبول، والأدوية التي يتناولها المريض مع التركيز على الأدوية المؤثرة في توازن المغنيزيوم (مدرات، مثبطات مضخة بروتون)، المراضات المرافقة والنتائج المخبرية اللازمة للدراسة، بما في ذلك تركيز المغنيزيوم في المصل وتركيز المغنيزيوم في بول 24 ساعة بالإضافة الى حساب مشعر تحمل المغنيزيوم ومشعر نفاذ المغنيزيوم.

لحساب تركيز المغنيزيوم في المصل والبول تم قياس تركيز المغنيزيوم في المصل وفي بول 24 ساعة باستخدام جهاز مقياس الطيف الضوئي (Spectrophotometer)، وذلك بالطريقة اللونية الحركية باستعمال كواشف شركة Biosystems واتباع تعليمات الشركة المصنعة. اعتمد المجال المرجعي الطبيعي لتركيز المغنيزيوم في المصل 1.7-2.4 ملغ/دل واعتُبر انخفاض تركيز مغنيزيوم المصل إلى أقل من 1.7 ملغ/دل معبراً عن حالة نقص مغنيزيوم الدم. كما تم قياس تركيز المغنيزيوم في بول 24 ساعة بوحدة ملغ/24سا، واعتمد المجال المرجعي الطبيعي 72-121 ملغ/24سا في تفسير النتائج.

ولحساب مشعر تحمل المغنيزيوم تم جمع بول 24 ساعة للمرضى قبل البدء بتسريب سلفات المغنيزيوم وريدي. ثم قياس المغنيزيوم في البول بوحدة ملغ/ 24 ساعة باستخدام جهاز الطيف الضوئي. ثم التسريب الوريدي لـ 0.2 مل مول من سلفات المغنيزيوم لكل كيلو غرام من وزن المريض، ثم إعادة جمع بول 24 ساعة للمرضى، وقياس تركيز مغنيزيوم البول بعد التسريب، وتم حساب مشعر تحمل المغنيزيوم ونسبة الاحتفاظ باستخدام المعادلة التالية:

$$[1 - (\text{post infusion Mg excretion} - \text{pre infusion Mg excretion}) / \text{total Mg infused}] \times 100$$

تم تفسير النتائج اعتماداً على نسبة الاحتفاظ بالمغنيزيوم، حيث اعتُبرت نسبة الاحتفاظ أقل من 50% نتيجةً طبيعية تدل على كفاية مخازن المغنيزيوم، في حين اعتُبرت نسبة الاحتفاظ التي تساوي أو تزيد على 50% دليلاً على وجود نقص في مخازن المغنيزيوم

تم حساب مشعر نفاذ المغنيزيوم وفق التالي: تعطى علامة واحدة لكل من تناول المريض للمدرات عند إجراء المشعر، الاستخدام الحالي لـ PPI (مثبطات مضخة البروتون)، استهلاك الكحول المفرط، التراجع الخفيف في الوظيفة الكلوية، وعلامتين لأمراض الكلية المزمنة. بعد حساب مشعر نفاذ المغنيزيوم، صُنّف المرضى إلى ثلاث مجموعات وفق قيمة المشعر كما يلي: (1) مجموعة منخفضة الخطورة: $MDS = 0-1$ ، (2) مجموعة متوسطة الخطورة: $MDS = 2$ ، (3) مجموعة مرتفعة الخطورة: $MDS \geq 3$.

تم جمع البيانات والمعطيات وإجراء العمليات الإحصائية للحصول على المعلومات.

4.1. معايير الاشتمال والاستبعاد:

اشتمل البحث على المرضى البالغين المقبولين في وحدة العناية القلبية في مستشفى حمص الجامعي والذين تتجاوز أعمارهم 20 عامًا. واستبعد منه كل من: الحوامل، المرضى غير المتعاونين، المرضى المتسربين الذين تعذرت متابعتهم لأسباب مختلفة، المرضى الذين تناولوا مكملات المغنيزيوم قبل القبول مباشرة، مرضى اضطرابات النظم المهددة للحياة (الحاجة للعلاج الفوري بالمغنيزيوم)، ومرضى القصور الكلوي الحاد الذي يحد من تسريب المغنيزيوم.

4.2. منهج البحث وتصميم الدراسة:

أجريت هذه الدراسة المقطعية العرضية (Cross-sectional study) في مستشفى حمص الجامعي بين عامي 2025-2026م بهدف دراسة مشعر نفاذ المغنيزيوم لدى مرضى وحدة العناية القلبية ومقارنته بمشعر تحمل المغنيزيوم وقياس تركيز مغنيزيوم المصل والبول وقياس قدرته التنبؤية في كشف نقص مغنيزيوم الجسم الكلي.

اعتمدت الدراسة على استبيان مصمم خصيصاً باللغة العربية ويتضمن عدة محاور منها البيانات الاجتماعية والديموغرافية وتفاصيل حالة المريض الصحية والعلاجية، والعوامل التي ستنم دراسة تأثيرها على المريض.

4.3. التحليل الإحصائي:

تم تقييم توزع البيانات المستمرة باستخدام اختبار شابيرو- ويلك (Shapiro- wilk)، ولمقارنة المتغيرات المستمرة بين مجموعات MDS الثلاثة تم استخدام اختبار كروكسال- واليس (Kruskal -Wallis)، مع تطبيق اختبارات متعددة المقارنات عند الحاجة لتحديد الفروق البينية. لتحليل العلاقة بين المتغيرات الفئوية استخدمت اختبارات كاي مربع ((chi squared أو (fisher exact) عند الحاجة، وتحليل العلاقة بين المتغيرات المستمرة الرقمية تم استخدام ارتباط سبيرمان (spearman correlation) لأن التوزع لم يكن طبيعيًا.

تم تقييم حساسية ونوعية مشعر MDS، بالإضافة الى حساب القيمة التنبؤية الإيجابية والسلبية والدقة باستخدام تحليل منحنى ROC لتحديد القدرة التنبؤية للمشعر في تقييم قيمة المغنيزيوم عند مرضى العناية المركزة.

اعتُبرت القيمة الاحتمالية p-value أقل من 0.05 دالة إحصائية. تم إجراء التحليلات الإحصائية ومعالجتها وتصنيفها في مجموعات وجداول ومخططات بيانية باستخدام برنامج SPSS statistics V24.

4.4. اعتبارات أخلاقية:

تم الحصول على موافقة مستنيرة للمشاركين جميعهم، وأُعلموا بالغاية من إجراء الدراسة وأهدافها واتخذت الإجراءات التي تضمن خصوصية المشاركين وسرية المعلومات التامة.

5. نتائج البحث ومناقشتها

تم جمع بيانات 148 مريض، ثم استبعاد 28 مريضاً لأسباب مختلفة، بلغ عدد المرضى المشمولين في الدراسة 120 مريضاً.

5.1 التحليل الوصفي لمتغيرات الدراسة:

5.1.1 الخصائص الديموغرافية والمرضية لعينة الدراسة:

تم تقديم القيم للمتغيرات الفئوية كنسب مئوية وتكرارها، وتقسيم المتغيرات الفئوية في ثلاث مجموعات (ديموغرافية - الأدوية المستخدمة - الأمراض - الوفيات)، يظهر الجدول (1) كل متغير مع النسبة المئوية.

الجدول (1) الإحصاء الوصفي للمتغيرات الفئوية

المتغير	العدد (%)
الجنس: ذكر	56 (46.7%)
الجنس: أنثى	64 (53.3%)
التدخين	58 (48.3%)
تناول الكحول	6 (5%)
تناول المدرات	106 (88.3%)
تناول مثبطات مضخة البروتون	50 (41.7%)
ارتفاع التوتر الشرياني	80 (66.7%)
الداء السكري	58 (48.3%)
قصور القلب الاحتقاني	56 (45%)
الحادث الوعائي الدماغي	10 (8.3%)
الوفيات	40 (33.3%)

*الكحول: تم تقييمه تبعاً للقصة السريرية (هل يشرب الكحول والإجابة ب نعم أو لا)

5.1.2 تحليل المتغيرات المستمرة:

تم حساب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لكل من العمر، مؤشر كتلة الجسم BMI، تركيز الكرياتينين في المصل، معدل الرشح الكبي (eGRF) تركيز المغنيزيوم في المصل، تركيز المغنيزيوم في البول قبل وبعد التسريب الوريدي، اختبار تحمل المغنيزيوم، مؤشر نفاد مغنيزيوم بالإضافة إلى تحديد المجال الذي يوضح القيم الدنيا والعليا لكل متغير.

جدول (2). الإحصاء الوصفي للمتغيرات المستمرة

المتغير	المتوسط الحسابي الانحراف المعياري	المجال
العمر (سنة)	60.83 ± 15.49	20-84
كتلة الجسم BMI (كغ/م)	29.8 ± 4.47	22-40
تركيز الكرياتينين في المصل (ملغ/دل)	1.58 ± 1.15	0.5-6
eGRF (مل/الدقيقة/1.73م ²)	60.96 ± 32.98	10.3-150
تركيز المغنيزيوم في المصل (ملغ/دل)	1.87 ± 0.32	1.03-2.9
تركيز المغنيزيوم في البول قبل التسريب الوريدي	111.21 ± 58.38	27-376
تركيز المغنيزيوم في البول بعد التسريب الوريدي	218 ± 101.75	72-450
اختبار تحمل المغنيزيوم MTT	78.64 ± 15.99	48-140.8
مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS	2.7 ± 1.12	0-4

:

5.2. مقارنة الخصائص الديموغرافية والسريرية والمخبرية المدروسة بين مجموعات مشعر نفاذ المغنيزيوم الثلاثة (منخفض - متوسط - مرتفع)

تم تقسيم المرضى حسب قيمة مشعر نفاذ المغنيزيوم (MDS) ثم تمت مقارنة الخصائص المدروسة بين هذه المجموعات بهدف تقييم وجود فروق ذات دلالة إحصائية مرتبطة بدرجة نفاذ المغنيزيوم.

5.2.1. مقارنة الخصائص الديموغرافية

تمت مقارنة (العمر - الجنس - كتلة الجسم - التدخين) بين مجموعات الـ MDS الثلاثة كما هو موضح في الجدول (3) مع حساب قيمة p value

الجدول 3. مقارنة الخصائص الديموغرافية بين مجموعات MDS

المتغير	MDS (منخفض 0-	MDS (متوسط	MDS (مرتفع 3-	P value
العمر (سنة)	41.5 ± 17.86 (20-70)	56.27 ± 10.82 (30-75)	67.1 ± 10.67 (28-84)	P=0.00001
الجنس (ذكور)	16(80%)	10(45.5%)	30(38.5%)	p =0.0039
الجنس (إناث)	4(20%)	12(54.5%)	48(61.5%)	
كتلة الجسم (كغ/م ²)	4.7 ± 27.6 (23-38)	3.9 ± 30.1 (23-37)	4.4 ± 30.3 (22-40)	P =0.0211
التدخين (نعم)	12(60%)	14 (63.6%)	32(41%)	P=0.0897 لا يوجد فرق

تتوييه: + تم حساب المتوسط والانحراف لكل من العمر وكتلة الجسم (متغيرات مستمرة) وحساب التكرار والنسب المئوية لكل من الجنس والتدخين (متغيرات فئوية).

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في العمر بين مجموعات MDS الثلاث ($P<0.00001$)، حيث ارتفع متوسط العمر مع ارتفاع قيمة مشعر نفاذ المغنيزيوم. كما وُجدت فروق ذات دلالة إحصائية فيما يتعلق بالجنس ($P=0.0039$) وكتلة الجسم ($P=0.0211$). في المقابل، لم تُظهر حالة التدخين فروقاً ذات دلالة إحصائية بين المجموعات ($P=0.0897$).

5.2.2. مقارنة التظاهرات السريرية

تمت مقارنة (ارتفاع التوتر الشرياني - الداء السكري - قصور القلب - السكتة الدماغية - الوفيات) بين مجموعات MDS الثلاثة كما هو موضح في الجدول (4)

جدول 4. مقارنة الخصائص السريرية بين مجموعات الـ MDS

P value	MDS مرتفع (3-5)	MDS (متوسط 2)	MDS (منخفض 0-1)	المتغير	
P= 0.00047	56(71.8%)	18(81.8%)	6(30%)	موجود	ارتفاع التوتر الشرياني
	22(28.2%)	4(18.2%)	14(70%)	غير موجود	
P=0.01398	44(56.4%)	10(45.5%)	4(20%)	موجود	الداء السكري
	34(43.6%)	12(54.5%)	16(80%)	غير موجود	
P=0.0167	42(53.9%)	8(36.4%)	4(20%)	موجود	قصور القلب
	36(46.1%)	14(63.6%)	16(80%)	غير موجود	
P=0.0142	10(12.8%)	0	0	موجود	السكتة الدماغية
	68(87.2%)	22(100%)	20(100%)	غير موجود	
P=0.004372	34(43.6%)	4(18.2%)	2(10%)	وفاة	الوفيات
	44(56.4%)	18(81.8%)	18(90%)	بقيا	

استُخدم اختبار كاي مربع (Chi-square test) لمقارنة المتغيرات النوعية بين مجموعات MDS الثلاث، وذلك لتحديد وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات. ونظراً لانخفاض عدد الحالات والتكرارات المتوقعة ضمن بعض الخلايا عند دراسة توزيع السكتة الدماغية تم استخدام اختبار Fisher's Exact Test، الذي يعد أكثر دقة وملاءمة من اختبار كاي مربع في هذه الحالة.

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية فيما يتعلق بارتفاع التوتر الشرياني بين مجموعات MDS الثلاث (P=0.00047)، حيث ازدادت نسبة المرضى المصابين بارتفاع التوتر الشرياني مع ارتفاع قيمة مشعر نفاذ المغنيزيوم.

كما وُجدت فروق ذات دلالة إحصائية بالنسبة للداء السكري (P=0.01398)، إذ كانت نسبة الإصابة أعلى ضمن مجموعة MDS المرتفع.

كذلك أظهرت السكتة الدماغية فروقاً ذات دلالة إحصائية بين المجموعات ($P=0.0142$)، إضافةً إلى وجود فروق ذات دلالة إحصائية فيما يتعلق بالوفيات ($P=0.004372$).

أخيراً أظهرت نتائج قصور القلب فروقاً ذات دلالة إحصائية بين مجموعات الدراسة ($P=0.016$)، حيث لوحظ ارتفاع نسبة الإصابة بقصور القلب لدى المرضى ذوي القيم المرتفعة لمشعر نفاذ المغنيزيوم.

5.2.3. مقارنة اختبار تحمل المغنيزيوم ومشعر نفاذ المغنيزيوم

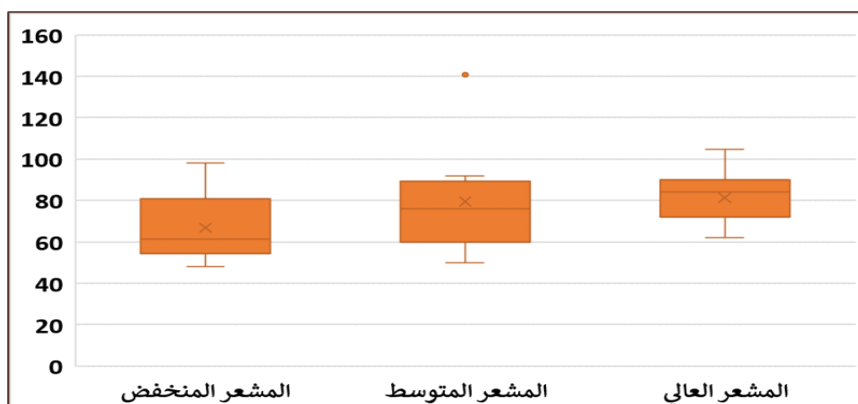
يهدف تقييم العلاقة بين مشعر نفاذ المغنيزيوم (MDS) واختبار تحمل المغنيزيوم (MTT) بوصفه الاختبار المرجعي لتقييم مخازن المغنيزيوم في الجسم، تمت مقارنة قيم اختبار تحمل المغنيزيوم بين مجموعات MDS الثلاث (منخفض، متوسط، مرتفع).

ونظراً لعدم اتباع قيم اختبار تحمل المغنيزيوم للتوزيع الطبيعي، تم استخدام اختبار Kruskal–Wallis لمقارنة متوسطات الرتب بين المجموعات الثلاث. وقد أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية بين المجموعات ($P=0.00088$ ، $H \text{ statistic} = 14.0705$)، مما يشير إلى وجود اختلاف هام في توزيع قيم اختبار تحمل المغنيزيوم تبعاً لدرجة مشعر نفاذ المغنيزيوم. (الجدول 5)

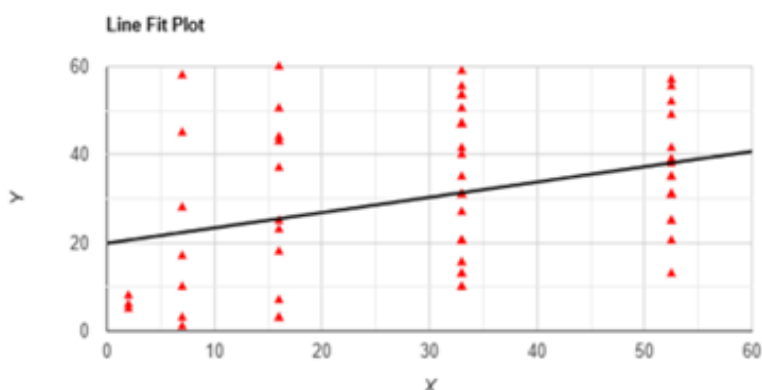
كما تم استخدام اختبار ارتباط سبيرمان (Spearman correlation test) لدراسة العلاقة بين قيم اختبار تحمل المغنيزيوم ودرجات مشعر نفاذ المغنيزيوم، حيث بلغت قيمة $rs = 0.3325$ مع قيمة ($P=0.009$)، مما يدل على وجود علاقة ارتباط طردية متوسطة الشدة وذات دلالة إحصائية بين ارتفاع درجات مشعر نفاذ المغنيزيوم وارتفاع قيم اختبار تحمل المغنيزيوم. (المخطط البياني 2)

جدول 5. مقارنة توزيع اختبار تحمل المغنيزيوم حسب درجة مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS:

المشعر المنخفض (1-0)	المشعر المتوسط (2)	المشعر العالي (3-5)	
66.9	79.5	81.4	المتوسط (%)
15.9	24.1	11	الانحراف المعياري
48-98	50-140.8	62-104.8	المدى (%)
14.0705			H statistic
0.00088			P Value



المخطط البياني (1) توزيع اختبار تحمل المغنيزيوم حسب درجات مشعر نفاذ المغنيزيوم



المخطط البياني (2) العلاقة بين اختبار تحمل المغنيزيوم ودرجات مشعر نفاذ المغنيزيوم

5.2.4. مقارنة عوز المغنيزيوم حسب درجة مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS

بهدف تقييم القدرة التمييزية لمشعر نفاذ المغنيزيوم (MDS) في الكشف عن عوز المغنيزيوم، جرت مقارنة توزيع عوز المغنيزيوم كما يحدده اختبار تحمل المغنيزيوم (MTT) بوصفه الاختبار المرجعي

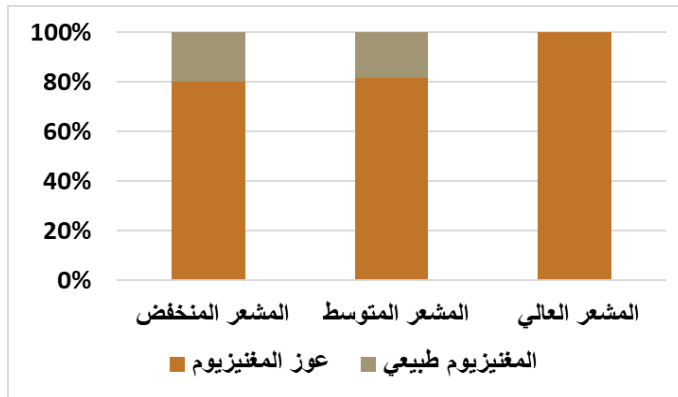
(Gold Standard)، بين المجموعات الثلاث لدرجات مشعر نفاذ المغنيزيوم (منخفض، متوسط، مرتفع).

ونظراً لأن البيانات المدروسة كانت نوعية ثنائية (وجود عوز مغنيزيوم/عدم وجود عوز مغنيزيوم)، مع انخفاض التكرارات المتوقعة ضمن بعض الخلايا، تم استخدام اختبار Fisher's Exact Test لمقارنة توزيع عوز المغنيزيوم بين مجموعات MDS الثلاث.

أظهرت النتائج وجود فروق ذات دلالة إحصائية في توزيع عوز المغنيزيوم بين المجموعات الثلاث ($P=0.0056$)، مما يشير إلى وجود ارتباط بين ارتفاع درجات مشعر نفاذ المغنيزيوم وازدياد احتمال وجود عوز مغنيزيوم وفق اختبار تحمل المغنيزيوم المرجعي (MTT).

الجدول (6) توزيع عوز المغنيزيوم حسب درجات مشعر نفاذ المغنيزيوم

المشعر المنخفض (0-)	المشعر المتوسط (2)	المشعر العالي (3-5)	
(1)			
16 (80%)	18 (81.8%)	39 (100%)	عوز المغنيزيوم
4 (20%)	4 (18.2%)	-	المغنيزيوم طبيعى
0.0056			P Value



المخطط البياني (3) توزيع عوز المغنيزيوم حسب درجات مشعر نفاذ المغنيزيوم

يتضح من الجدول أن نسبة عوز المغنيزيوم كانت الأعلى في مجموعة المشعر المرتفع (100%)، تليها مجموعة المشعر المتوسط (81.8%)، ثم مجموعة المشعر المنخفض (80%). كما لوحظ أن نسبة المرضى دون عوز مغنيزيوم كانت أعلى في مجموعة المشعر المنخفض مقارنة بالمجموعة المتوسطة، في حين لم تُسجل أي حالة دون عوز مغنيزيوم ضمن مجموعة المشعر المرتفع.

تشير هذه النتائج إلى وجود علاقة إيجابية بين ارتفاع درجات مشعر نفاذ المغنيزيوم ووجود عوز المغنيزيوم كما يقيسه اختبار تحمل المغنيزيوم المرجعي (MTT).

5.3 مقارنة الكفاءة التشخيصية لكل من مشعر نفاذ المغنيزيوم وتركيز المغنيزيوم في

المصل والبول مع اختبار تحمل المغنيزيوم

بهدف تقييم القدرة التشخيصية لكل من مشعر نفاذ المغنيزيوم (MDS)، وتركيز المغنيزيوم في المصل، وتركيز المغنيزيوم في البول في التنبؤ بعوز المغنيزيوم، تم اعتماد اختبار تحمل المغنيزيوم (MTT) كاختبار مرجعي (Gold Standard).

وتم حساب الحساسية (Sensitivity)، والنوعية (Specificity)، والقيمة التنبؤية الإيجابية (PPV)، والقيمة التنبؤية السلبية (NPV)، إضافة إلى الدقة التشخيصية (Accuracy) عند عتبات مختلفة لكل مؤشر.

5.3.1 أهمية MDS في التنبؤ بعوز المغنيزيوم:

الجدول (7) استخدام درجة مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS في التنبؤ بعوز المغنيزيوم

MDS أكثر من 3	MDS أكثر من 2	MDS أكثر من 1	
0.29	0.7	0.86	الحساسية Sensitivity
1	1	0.5	النوعية Specificity
1	1	0.96	القيمة التنبؤية الإيجابية PPV
0.09	0.19	0.2	القيمة التنبؤية السلبية NPV
0.33	0.72	0.83	الدقة Accuracy

5.3.2 أهمية تركيز المغنيزيوم في المصل في التنبؤ بعوز المغنيزيوم:

أظهرت نتائج تقييم الأداء التشخيصي لتركيز المغنيزيوم في المصل انخفاض الحساسية والنوعية والدقة التشخيصية عند جميع القيم الحدية المدروسة مقارنة بالاختبار المرجعي (MTT). وقد لوحظ أن استخدام قيمة حدية أقل من 2.4 mg/dL ترافق مع أعلى حساسية بين القيم المدروسة (67%)، إلا أن النوعية والقيمة التنبؤية الإيجابية بقيتا منخفضتين (4%)، مما يشير إلى محدودية قدرة مغنيزيوم المصل على تأكيد وجود عوز المغنيزيوم.

في المقابل، أظهرت القيم الحدية الأقل من 2 و 2.2 حساسية منخفضة جداً، مع دقة تشخيصية متدنية ومقاربة بين جميع العتبات (7%). تشير هذه النتائج إلى أن تركيز المغنيزيوم في المصل يمتلك قدرة

محدودة في التنبؤ بعوز المغنيزيوم عند استخدامه بشكل منفرد، رغم تحسن الحساسية نسبياً عند اعتماد قيمة حدية الأقل من 2.4 mg/dL.

الجدول (8) استخدام تركيز المغنيزيوم بالمصل في التنبؤ بعوز المغنيزيوم

مغنيزيوم المصل أقل من 2.4	مغنيزيوم المصل أقل من 2.2	مغنيزيوم المصل أقل من 2	
0.67	0.09	0	الحساسية Sensitivity
0.04	0.06	0.11	النوعية Specificity
0.04	0.02	0	القيمة التنبؤية الإيجابية PP
0.67	0.23	0.14	القيمة التنبؤية السلبية NPV
0.07	0.07	0.07	الدقة Accuracy

5.3.3 أهمية تركيز مغنيزيوم البول في التنبؤ بعوز المغنيزيوم:

الجدول (9) استخدام تركيز المغنيزيوم في البول في التنبؤ بعوز المغنيزيوم

مغنيزيوم البول أقل من 200	مغنيزيوم البول أقل من 150	مغنيزيوم البول أقل من 100	
0.05	0.14	0	الحساسية Sensitivity
0.02	0.04	0.13	النوعية Specificity
0.25	0.043	0	القيمة التنبؤية الإيجابية PPV
0.25	0.14	0.12	القيمة التنبؤية السلبية NPV
0.07	0.07	0.07	الدقة Accuracy

أظهرت نتائج تقييم الأداء التشخيصي لتركيز المغنيزيوم في البول انخفاضاً عاماً في الحساسية والنوعية والدقة التشخيصية عند جميع العتبات المدروسة مقارنة بالاختبار المرجعي (MTT).

وقد سجلت القيمة الحدية الأقل من 200 نسبة الحساسية الأعلى (5%)، والقيمة التنبؤية الإيجابية والسلبية الأعلى (25%) مقارنة ببقية القيم، إلا أن هذه القيم بقيت منخفضة بشكل عام، مما يدل على محدودية القدرة التشخيصية لتركيز المغنيزيوم في البول في الكشف عن عوز المغنيزيوم.

كما أظهرت القيم الحدية الأقل من 100 والأقل من 150 حساسية ونوعية منخفضة، مع دقة تشخيصية متدنية ومقاربة بين جميع القيم المدروسة (7%).

تشير هذه النتائج إلى أن تركيز المغنيزيوم في البول لا يمتلك قدرة تشخيصية كافية للتنبؤ بعوز المغنيزيوم عند استخدامه بشكل منفرد مقارنة باختبار تحمل المغنيزيوم المرجعي (MTT).

المناقشة:

أظهرت نتائج الدراسة تفوق مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS بشكل ملحوظ على الأدوات الأخرى من حيث الدقة Accuracy. وأنه يعتبر مؤشراً جيداً للتنبؤ بعوز المغنيزيوم، كما يمثل أداة بسيطة وسهلة لتقييم نقصه. وتتفق هذه النتيجة مع ما توصل إليه Fan وآخرون (2021)، حيث كان مشعر نفاذ المغنيزيوم أكثر قدرة على التنبؤ بعوز المغنيزيوم مقارنة بقياس المغنيزيوم في المصل أو البول، عند مقارنة عوامل التنبؤ بعوز المغنيزيوم حسب MTT كان العامل التنبؤي الأدق هو MDS مع العمر والجنس (قيمة $AUC = 0.76$) ثم مشعر نفاذ المغنيزيوم لوحده (قيمة $AUC = 0.68$) بينما كان المغنيزيوم بالمصل غير دقيق للتنبؤ بعوز المغنيزيوم (قيمة $AUC = 0.53$)، وكذلك المغنيزيوم بالبول (قيمة $AUC = 0.47$).

بينما أظهر المغنيزيوم المصلي قدرة محدودة على عكس مخازن المغنيزيوم الكلية في الجسم. ويمكن تفسير ذلك بأن أقل من 1% من المغنيزيوم الكلي يوجد في السائل خارج الخلوي، في حين تتركز النسبة العظمى داخل الخلايا والعظام، مما يجعل تركيزه المصلي غير قادر على تمثيل الحالة الحقيقية للمغنيزيوم في الجسم.

بالنسبة لاختبار تحمل المغنيزيوم MTT، وعلى الرغم من اعتباره من الطرق الأكثر دقة لتقييم نقص المغنيزيوم، إلا أنه محدود الاستخدام سريريًا بسبب طريقة إجرائه المعقدة، إذ يتطلب جمع عينة بول 24 ساعة مرتين، مرة قبل إعطاء المغنيزيوم ومرة بعده، إضافة إلى تأثير نتائجه بوظيفة الكلية، وهذا ما يجعله أقل ملاءمة للاستخدام الروتيني، خاصة لدى مرضى العناية المشددة.

في المقابل، أظهر مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS كفاءة جيدة في الكشف عن نقص المغنيزيوم، وهو ما يتوافق مع ما أشار إليه Tan وآخرون (2023) الذين وصلوا إلى أن هذا المشعر يُعد أداة بسيطة وفعالة لتقييم حالة المغنيزيوم. ويمكن تفسير ذلك بأن MDS يعتمد على مجموعة من العوامل المؤثرة في توازن المغنيزيوم، مثل استخدام المدرات، ومثبطات مضخة البروتون، ووظيفة الكلية، مما يجعله أكثر قدرة على عكس الحالة الحقيقية للمغنيزيوم في الجسم.

يعتمد مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS على مجموعة من العوامل الفيزيولوجية والدوائية التي تؤثر على توازن المغنيزيوم في الجسم. فقد تبين أن استخدام المدرات قد يُعطل نقل المغنيزيوم في الأنابيب الكلوية، مما يؤدي إلى زيادة إفراز المغنيزيوم في البول، وربما يُسبب نقص المغنيزيوم في الدم. كما رُبط العلاج طويل الأمد بمثبطات مضخة البروتون بنقص المغنيزيوم المحتمل من خلال تأثيره على امتصاص المغنيزيوم في الأمعاء. ونظرًا للدور المحوري للكلية في إعادة امتصاص المغنيزيوم، فإن تقييم وظائف الكلية يعد أمرًا بالغ الأهمية في تقييم حالة المغنيزيوم. علاوة على ذلك ارتبط تناول الكحول بارتفاع إفراز المغنيزيوم في البول، مما أدى إلى انخفاض مستويات المغنيزيوم الكلية.

وبناءً على ذلك، فإن دمج هذه العوامل ضمن مشعر واحد يتيح تقييمًا أكثر شمولًا لحالة المغنيزيوم من الاعتماد على قياس مفرد.

لاحظنا في هذه الدراسة وجود ارتباط وثيق بين زيادة مستوى مشعر نفاذ المغنيزيوم MDS وزيادة خطر الإصابة بارتفاع ضغط الدم. وهو ما يتوافق مع نتائج العديد من الدراسات السابقة، إذ أظهر كل من Song وآخرون (2024) و Lu وآخرون (2022) و Zhao وآخرون (2023) و Tan وآخرون (2023) أن ارتفاع درجات المشعر ترافق مع زيادة معدلات الإصابة بارتفاع ضغط الدم، مما يدعم دور MDS كمؤشر يعكس اضطراب استقلاب المغنيزيوم وارتباطه بعوامل الخطورة القلبية الوعائية. ويوجد عدة آليات وراء هذا الارتباط الملحوظ بين نقص المغنيزيوم وارتفاع ضغط الدم. يقوم المغنيزيوم بدور محوري

في تنظيم ضغط الدم الشرياني. فمن خلال عمله كحاصر طبيعي لقنوات الكالسيوم، يحدث المغنيزيوم تأثيرات خافضة لضغط الدم، حيث يقلل من مستويات الكالسيوم والصوديوم داخل الخلايا من خلال الارتباط التنافسي مع الصوديوم على خلايا العضلات الملساء الوعائية والتفاعلات المتأزرة مع البوتاسيوم. إضافة إلى ذلك يُعد المغنيزيوم عاملاً مساعداً حيويًا لإنزيم دلتا-6-ديساتوراز -delta-6 desaturase المسؤول عن استقلاب الأحماض الدهنية غير المشبعة وإنتاج البروستاغلاندين E1 (PGE1) المعروف بخصائصه الموسعة للأوعية الدموية والمثبطة للصفائح الدموية. ويؤدي نقص المغنيزيوم إلى زيادة تخليق الألدوستيرون بواسطة أنجيوتنسين II، مما قد يرفع ضغط الدم.

كما أظهرت نتائج الدراسة زيادة نسبة وجود قصور القلب في مجموعات الخطر المتوسطة والعالية لمشعر نفاذ المغنيزيوم، وهو ما يتوافق مع نتائج Lu وآخرين (2022) و Song وآخرين (2024). ويمكن تفسير ذلك بأن نقص المغنيزيوم داخل الخلايا يعد عاملاً مساهماً في الإجهاد التأكسدي المصاحب لقصور القلب. وقد أظهرت الدراسات أن نقص المغنيزيوم يُسبب تغيرات بيولوجية متعددة قد تؤدي إلى خلل في وظائف المقدرات، بما في ذلك اضطراب التنفس الخلوي، وزيادة إنتاج أنواع الأكسجين التفاعلية، وتنشيط مضادات الأكسدة. كشف Yamanaka وزملاؤه... أن تنشيط ناقل المغنيزيوم في الميتوكوندريا MRS2 يرتبط بانخفاض قدرة امتصاص المغنيزيوم ويؤدي إلى فقدان المركب الأول من سلسلة نقل الإلكترون. وقد تؤثر مستويات المغنيزيوم غير الطبيعية على إنتاج الطاقة في خلايا عضلة القلب.

كما ارتبط ارتفاع درجات مشعر نفاذ المغنيزيوم في دراستنا بالتقدم في العمر، والإصابة بالداء السكري، وارتفاع مشعر كتلة الجسم، وهي نتائج تتوافق مع ما أوردته دراسات Song وآخرين (2024) و Zhao وآخرين (2023) و Tan وآخرين (2023)، كما تتوافق مع دراسة Lu وآخرين (2022) فيما يتعلق بالعلاقة مع التقدم في العمر. ويمكن تفسير هذا الارتباط بأن الشيخوخة تترافق مع اضطراب استقلاب المغنيزيوم نتيجة انخفاض الامتصاص المعوي وزيادة الفقد الكلوي، إضافة إلى ارتباط مستوياته بانخفاض بعض الهرمونات البنائية مثل عامل النمو الشبيه بالأنسولين-1 (IGF-1) والتستوستيرون. كما يُعد الداء السكري من العوامل المؤهبة لنقص المغنيزيوم نتيجة زيادة طرحه الكلوي، في حين ترتبط البدانة باضطرابات في استقلاب المغنيزيوم وانخفاض تركيزه في المصل والبلازما وكريات الدم الحمراء، مما قد يفسر ارتفاع درجات المشعر لدى هذه الفئات.

في المقابل، لم تُظهر دراستنا علاقة ذات دلالة إحصائية بين التدخين وارتفاع درجات مشعر نفاذ المغنيزيوم، وهو ما يختلف مع نتائج Song وآخرين (2024) و Zhao وآخرين (2023) و Tan وآخرين (2023)، وقد يُعزى ذلك إلى اختلاف خصائص العينة المدروسة أو حجمها أو التباين في الخصائص السكانية بين الدراسات.

وأخيرًا، أظهرت نتائج الدراسة وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين ارتفاع درجات مشعر نفاذ المغنيزيوم وازدياد معدل الوفيات، وهو ما يتوافق مع نتائج Ye وآخرين (2023) التي بينت وجود زيادة تدريجية في خطر الوفاة مع ارتفاع درجات المشعر، كما يتوافق مع دراسة Song وآخرين (2024) التي ربطت ارتفاع MDS بسوء الإنذار السريري وازدياد الوفيات. وتشير هذه النتائج مجتمعة إلى أن مشعر نفاذ المغنيزيوم لا يقتصر على كونه أداة لتقييم حالة المغنيزيوم، وإنما قد يمثل أيضًا أداة سريرية واعدة لتحديد المرضى الأكثر عرضة للاختلالات القلبية الوعائية وسوء الإنذار السريري، مما يدعم إمكانية الاستفادة منه في التقييم الأولي للمرضى في وحدات العناية القلبية.

الاستنتاجات:

أظهرت نتائج هذه الدراسة وجود ارتباط بين انخفاض مستويات المغنيزيوم وبعض العوامل السريرية لدى المرضى المدروسين، حيث لوحظ زيادة تواتر نقص المغنيزيوم لدى المرضى المصابين بأمراض مزمنة مثل الداء السكري وارتفاع التوتر الشرياني.

كما تبين أن مشعر نفاذ المغنيزيوم (MDS) يُعد أداة مفيدة في الكشف عن حالات نقص المغنيزيوم، حتى في الحالات التي تكون فيها قيم المغنيزيوم في المصل ضمن الحدود الطبيعية، مما يشير إلى ضرورة عدم الاعتماد على مغنيزيوم المصل وحده في تقييم حالة المغنيزيوم لمحدوديته.

وأظهرت الدراسة أيضاً أن هناك تبايناً في دقة المؤشرات المختلفة المستخدمة لتقييم حالة المغنيزيوم في الجسم، حيث كان مشعر نفاذ المغنيزيوم أكثر حساسية مقارنة بباقي المؤشرات المدروسة.

بناءً على ذلك، يمكن اعتبار تقييم حالة المغنيزيوم باستخدام مؤشرات متعددة، وخاصة MDS، أكثر دقة في الكشف المبكر عن نقص المغنيزيوم لدى المرضى.

التوصيات: استناداً إلى النتائج المستخلصة من هذه الدراسة، يمكن اقتراح التوصيات التالية:

- يُوصى بإدماج مشعر نفاذ المغنيزيوم (Magnesium Depletion Score, MDS) ضمن بروتوكولات التقييم السريري الروتيني، نظراً لحساسيته العالية في الكشف عن نقص المغنيزيوم الكامن، حتى في ظل القيم المصلية الطبيعية.
- التأكيد على محدودية القيمة التشخيصية لمغنيزيوم المصل كمؤشر وحيد لحالة المغنيزيوم في الجسم، مما يستدعي اعتماد مقاربة متعددة المؤشرات (multi-marker approach) لتحسين دقة التقييم.
- إجراء دراسات مستقبلية واسعة النطاق (large-scale, multicenter studies) ذات تصميم طولي (longitudinal design)، بهدف التحقق من موثوقية (validity) وقابلية تعميم (generalizability) النتائج الحالية.
- استقصاء العلاقة السببية (causal relationship) بين نقص المغنيزيوم وتطور أو تفاقم الأمراض المزمنة، لا سيما السكري وأمراض القلب والأوعية، من خلال نماذج تحليلية متقدمة.
- تقييم الأثر السريري (clinical outcomes) لتصحيح نقص المغنيزيوم، عبر دراسات تدخلية (interventional studies)، لتحديد مدى انعكاس ذلك على الإنذار (prognosis) وتحسن الحالة الصحية.
- تعزيز الممارسات السريرية المبنية على الدليل (evidence-based practice) فيما يتعلق بتقييم المغنيزيوم، من خلال رفع مستوى الوعي لدى الكوادر الطبية بأهمية استخدام مؤشرات تشخيصية أكثر شمولاً ودقة.

المحدّدات:

- تقتصر هذه الدراسة على مركز واحد.
- تشمل مرضى العناية المشددة فقط، مما قد يحد من إمكانية تعميم النتائج.
- قد تتأثر النتائج بدرجة تعاون المرضى
- إضافة إلى صعوبة إجراء الاختبار المرجعي في بعض الحالات.
- كون دراستنا مستعرضة، مما يحد من القدرة على إثبات العلاقة السببية بين مستوى المغنيزيوم وارتفاع ضغط الدم وقصور القلب.
- لا يمكن استبعاد تأثير العوامل الأخرى غير المقاسة على ارتفاع ضغط الدم وقصور القلب بشكل كامل. هذا الجانب يستدعي مزيداً من البحث في الدراسات المستقبلية

1. Corte-Real J, Bohn T (2018) Interaction of divalent minerals with liposoluble nutrients and phytochemicals during digestion and influences on their bioavailability - a review. *Food Chem* 252:285–93
2. Ellison DH, Maeoka Y, McCormick JA (2021) Molecular mechanisms of renal magnesium reabsorption. *J Am Soc Nephrol* 32(9):2125–36.
3. Hashimoto T, Hara A, Ohkubo T, Kikuya M, Shintani Y, Metoki H et al (2010) Serum magnesium, ambulatory blood pressure, and carotid artery alteration: the Ohasama study. *Am J Hypertens* 23(12):1292–8.
4. Simmons D, Joshi S, Shaw J (2010) Hypomagnesaemia is associated with diabetes: Not pre-diabetes, obesity or the metabolic syndrome. *Diabetes Res Clin Pract* 87(2):261–6.
5. Ismail AAA, Ismail Y, Ismail AA (2018) Chronic magnesium deficiency and human disease; time for reappraisal? *QJM* 63–759:(11)111
6. Ismail Y, Ismail AA, Ismail AA. The underestimated problem of using serum magnesium measurements to exclude magnesium deficiency in adults; a health warning is needed for "normal" results. *Clin Chem Lab Med.* 2010;48:323–327.
7. Elin RJ. Magnesium: the fifth but forgotten electrolyte. *Am J Clin Pathol.* 1994;102:616–622.

8. Yamori Y, Sagara M, Mizushima S, Liu L, Ikeda K, Nara Y; CARDIAC Study Group. An inverse association between magnesium in 24-h urine and cardiovascular risk factors in middle-aged subjects in 50 cardiac study populations. *Hypertens Res.* 2015;38:219–225.
9. Zhang X, Del Gobbo LC, Hruby A, Rosanoff A, He K, Dai Q, Costello RB, Zhang W, Song Y. The circulating concentration and 24-h urine excretion of magnesium dose- and timedependently respond to oral magnesium supplementation in a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Nutr.* 2016;146:595–602.
10. Jahnhen-Dechent W, Ketteler M. Magnesium basics. *Clin Kidney J.* 2012;5:i3–i14.
11. Blaine J, Chonchol M, Levi M (2015) Renal control of calcium, phosphate, and magnesium homeostasis. *Clin J Am Soc Nephrol* 10(7):1257–1272
12. William JH, Danziger J (2016) Magnesium deficiency and proton-pump inhibitor use: a clinical review. *J Clin Pharmacol* 56(6):660–668
13. Elin RJ. Assessment of magnesium status. *Magnes Res.* 2010;23(4):S194–S198
14. Nielsen FH. Magnesium deficiency and inflammation. *J Am Coll Nutr.* 2010;29(2):139–144
15. Luo J, et al. Magnesium depletion score and aortic calcification. *Front Med.* 2022
16. Ford ES, Li C, McGuire LC, et al. Magnesium intake and metabolic syndrome. *Diabetes Care.* 2007