



Research Article

Magnetic Resonance Imaging and its most Important Uses

Hussein Jassim Mohammed^{1*}, Fatima Hamid Saleh², Nael Muhammad Yasser Hussein³

¹Department Physical, College of Science, University of Basra, 61004 Iraq

²Department Physical, College of Science, University of Dhi Qar, 64014 Iraq

³Department Physical, College of Science, University of Wasit, Kut, 52001 Iraq

Corresponding authors: Hussein Jassim Mohammed

Email: fatmhmydsalhmhdy@gmail.com

Received: Feb. 14, 2024 | Revised: Feb. 23, 2024 | Accepted: March 27, 2024 | Published: April 30, 2024

Abstract

In this research, a comprehensive study was conducted on the magnetic resonance device, where we discussed the idea of magnetic resonance, the principle of operation of the MRI device, and what are the reasons for conducting an examination with this device. We also discussed in this chapter the components of the device, its types, and the risks resulting from it. We also explained the advantages and disadvantages of this device. We also explained the method of examining some parts of the human body with an MRI machine, which are the brain, knee, abdomen, pelvis, wrist, and lumbar vertebrae in the lower back, how to conduct the examination, the work environment, and MRI is a minimally invasive imaging technique that produces detailed two- and three-dimensional anatomical images without the use of potentially harmful radiation. Popular for detecting and diagnosing diseases and monitoring the effectiveness of treatments, this technology differs from computed tomography (CT) machines in that it does not use ionizing radiation as in X-rays. The brain, spinal cord, and nerves, as well as muscles, ligaments, and tendons, can be seen more clearly using magnetic resonance imaging compared to regular the rest of the elements produce signals used in MRI.

Keywords: imaging, magnetic resonance, resonance physics, types of resonance, resonance mucus

How to cite: Hussein Jassim Mohammed., et al.,(2024). Magnetic Resonance Imaging and its most Important Uses; Sci Res. Jr Med;Vol-4, Iss-1.page;1-6

1-1 المقدمة

كان تطوير التصوير بالرنين المغناطيسي (Magnetic Resonance Imaging - MRI) نتيجة استمرار فضول الإنسان الذي قاده إلى التقدم التكنولوجي الذي أوصلنا إليه اليوم، فمع تقدم الزمن وتراكم المعرفة أخذ الإنسان يبحث عن وسائل إضافية أخرى من أجل استقصاء واكتشاف الأشياء غير المرئية.

يعد التصوير بالرنين المغناطيسي أحد التقنيات المستخدمة الالتقاط صور للجسم باستخدام مغناطيس كبير وموجات راديوية وكمبيوتر. يستخدم التصوير بالرنين المغناطيسي الإشعاع ولم يتم الإبلاغ عن أي آثار جانبية بفعل التواجد في المجال المغناطيسي. ومفاس التصوير بالرنين المغناطيسي هو عبارة عن مغناطيس كبير ذي فتحة دائرية الشكل. ويقول البعض أنه يشبه النفق. هناك طاولة تتحرك إلى فتحة المفراس أثناء الاختبار وقد يسمع المريض سلسلة من الأصوات الصاخبة مثل الطنين والقرع والصفير والنقرات. هذه الأصوات طبيعية صادرة من المفراس. سيعمل فني التصوير على التحدث مع طفلك وإبلاغه بمتى ستحدث الضوضاء ومدة استمرار الأصوات لا يلمس المفراس المريض أو يسبب له أي أذى، ولكن إذا كان هناك حاجة لتثبيت قنية وريدية لحقن صبغة التباين، فقد يشعر بألم ضئيل أثناء إدخال القنية الوريدية. تُعطى صبغة التباين لتحسين الصور.

1 - 2 فكرة الرنين المغناطيسي

تعتمد فكرة الرنين المغناطيسي على تحفيز البروتونات في ذرات العناصر الموجودة في الجسم على إطلاق إشارة، ومن ثم التقاطها وتحديد موقعها في الجسم وعرضها على تدرج من الألوان الرمادية يشير إلى قوة الإشارة، والتدرج يكون باختلاف الأنسجة الموجودة بالجسم وإن أكثر هذه العناصر تحفيزاً هو الهيدروجين وذلك لتواجده بكثرة في الأجسام الحية ووجود بروتون واحد في النواة الذرية، مما يعطيه قوة أكثر من بقية العناصر على إصدار الإشارات المستخدمة في الرنين المغناطيسي التصوير بالرنين المغناطيسي هو فحص تصويري يستخدم المجال المغناطيسي وموجات الراديو المؤلدة بمساعدة الحاسوب لتكوين صور مفصلة للأعضاء والأنسجة داخل الجسم وتكون معظم أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي في شكل مغناطيسات أسطوانية كبيرة. وعند الاستلقاء داخل جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي، يعمل المجال المغناطيسي داخل الجهاز مع موجات الراديو وذرات الهيدروجين في الجسم على إنشاء صور مقطعية تشبه شرائح الخبز كما يمكن أن ينشئ جهاز التصوير بالرنين المغناطيسي صوراً ثلاثية الأبعاد يمكن استعراضها من زوايا مختلفة.

1-3 الحالات المرضية التي يستخدم بها الرنين المغناطيسي

التصوير بالرنين المغناطيسي طريقة غير متوغلة يستخدمها الطبيب لفحص الأعضاء والأنسجة والهيكل العظمي. فهو يُنتج صوراً عالية الدقة للجزء الداخلي من الجسم تساعد على تشخيص مجموعة متنوعة من الحالات المرضية.

- التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) للدماغ والحبل الشوكي
- التصوير بالرنين المغناطيسي هو اختبار التصوير الأكثر استخداماً للدماغ والحبل النخاعي. غالباً يُجرى للمساعدة في تشخيص:

- تمدد الأوعية الدموية الدماغية.
- أمراض العين والأذن الداخلية.
- التصلب المتعدد.
- أمراض الحبل النخاعي.
- السكتة الدماغية.
- الأورام.
- الإصابة الرضحية في الدماغ.

ويوجد نوع خاص من التصوير بالرنين المغناطيسي يُعرف بالتصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي للدماغ. ويُنتج صوراً لتدفق الدم إلى مناطق معينة من الدماغ. يمكن استخدام التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي لفحص تشريح الدماغ وعرض أجزاء الدماغ التي تتعامل مع الوظائف الحيوية واللغات والحركات. ويمكن أن تساعد هذه المعلومات على توجيه القرارات عندما يتعلق الأمر بشخص سيخضع لجراحة الدماغ.

ويمكن أن يتحقق التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي كذلك من وجود الأضرار الناجمة عن إصابة في الرأس أو حالات مرضية مثل داء الزهايمر.

- التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) للقلب والأوعية الدموية
- يمكن أن يتحقق التصوير بالرنين المغناطيسي الذي يركز على القلب أو الأوعية الدموية مما يلي:

- حجم حجرات القلب وأدائها لوظائفها.
- سماكة جدران القلب وحركتها.
- مدى الضرر الناجم عن النوبات القلبية أو أمراض القلب.
- المشكلات الهيكلية في الشريان الأورطي، مثل تمدد الأوعية الدموية أو تسلخاتها.
- التهاب الأوعية الدموية أو انسدادها.

- التصوير بالرنين المغناطيسي (MRI) للأعضاء الداخلية الأخرى
- يمكن أن يتحقق التصوير بالرنين المغناطيسي من وجود الأورام أو غيرها من العيوب في كثير من أعضاء الجسم، بما في ذلك:

- الكبد والقنوات الصفراوية.
- الكلى.
- الطحال.
- البنكرياس.
- الرحم.
- المبيضان.
- البروستاتا.

- التصوير بالرنين المغناطيسي للعظام والمفاصل

يمكن أن يساعد التصوير بالرنين المغناطيسي على اكتشاف:

- مشكلات المفاصل الناتجة عن إصابات جسيمة أو إصابات متكررة، مثل تمزق الغضاريف أو الأربطة.
- مشكلات القرص في العمود الفقري.
- حالات عدوى العظام.
- أورام العظام والأنسجة الرخوة.
- تصوير الثدي بالرنين المغناطيسي

يمكن استخدام التصوير بالرنين المغناطيسي مع تصوير الثدي الإشعاعي لاكتشاف سرطان الثدي، خصوصاً لدى النساء اللاتي تكون أنسجة الثدي لديهن كثيفة أو اللاتي قد يكن معرضات لخطر الإصابة بسرطان الثدي.

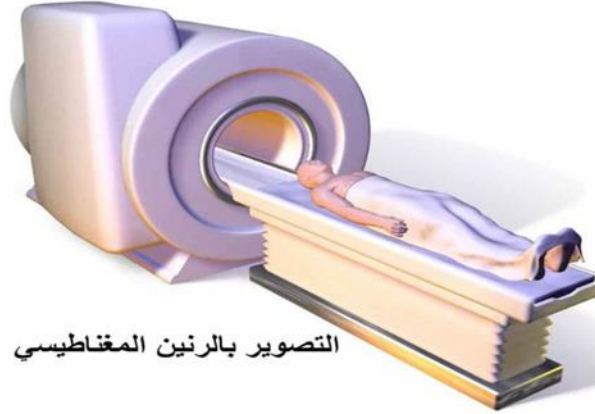


1-4 إجراء التصوير بالرنين المغناطيسي

بالنسبة إلى التصوير بالرنين المغناطيسي، يستلقي الشخص على طاولة متحركة يجري تحريكها نحو الداخل الضيق لماسح أنبوبي كبير ينتج مجالاً مغناطيسياً قوياً. لا تكون البروتونات (أجزاء ذات شحنة موجبة في الذرة) في الأنسجة في أي ترتيب معين عادة. ولكن، عندما تُحاط البروتونات بمجال مغناطيسي قوي، كما هي الحال في الماسح بالرنين المغناطيسي، فإنها تتطابق أو تتراص مع المجال المغناطيسي. وبعد ذلك، يصدر الماسح نبضة من الموجات الراديوية، والتي تفرّق البروتونات مؤقتاً. وباصطفاف البروتونات مع المجال المغناطيسي مرّة أخرى، فإنها تطلق الطاقة (تُدعى الإشارات). وتختلف قوة الإشارة حسب الأنسجة. يسجل ماسح الرنين المغناطيسي هذه الإشارات. ويُستخدم الكمبيوتر لتحليل الإشارات وإنتاج الصور.

يمكن للفاحصين تغيير كيفية ظهور الأنسجة المختلفة بالمسح عن طريق تغيير نبضات الموجات الراديوية، وقوة واتجاه المجال المغناطيسي، وعوامل أخرى؛ فعلى سبيل المثال، الأنسجة الدهنية تبدو داكنة على أحد أنواع المسح، وفاتحة على نوع آخر. تُوفّر هذه الصور المختلفة معلوماتٍ تكميلية، لذلك يجري الحصول على أكثر من واحدة في كثير من الأحيان. يمكن حقن عامل التباين الذي يحتوي على غادولينيوم (عامل تباين مغنط) في الوريد أو المفصل. تؤدي عوامل الغادولينيوم إلى تغيير المجال المغناطيسي بطريقة تجعل الصور أكثر وضوحاً.

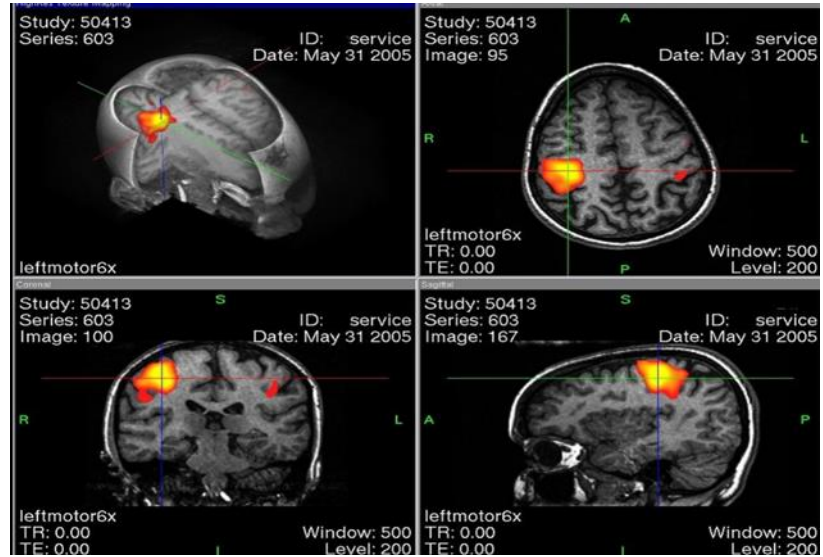
قبل الاختبار، يقوم الأشخاص بإزالة معظم أو كل ملابسه، ويُعطون ثوباً لا يوجد فيه أزرار، أو أقفال، أو سوستة، أو غيرها من المعادن. كما يجب ترك جميع الأجسام المعدنية (مثل المفاتيح والمجوهرات والهواتف المحمولة) وغيرها من الأشياء التي يمكن أن تتأثر بالمجال المغناطيسي (مثل بطاقات الائتمان والساعات) خارج غرفة المسح بالرنين المغناطيسي. ويجب أن يستلقي المرضى من دون حركة أيضاً عندما يجري التقاط الصور، وربما يُضطرون إلى حبس النفس في بعض الأحيان. وبما أن الماسح يُحدث ضجيجاً بصوت عالٍ، قد يجري إعطاء الأشخاص سماعات الرأس أو سدادات للأذن. قد يستغرق الفحص من 20 إلى 60 دقيقة. وبعد الاختبار، يمكن للأشخاص استئناف أنشطتهم المعتادة على الفور.



5-1 أنواع التصوير بالرنين المغناطيسي

التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي

تقوم هذه التقنية بكشف التغيرات الاستقلابية أو الاستقلابية التي تحدث عندما يكون الدماغ نشطاً. وهكذا، فإنه يمكن أن يُظهر أيّ المناطق الدماغية النشطة عندما يقوم شخص بمهمة محدّدة، مثل القراءة أو الكتابة أو التذكّر، أو الحساب، أو تحريك طرف. يمكن استخدام التصوير الوظيفي بالرنين المغناطيسي الوظيفي في الأبحاث والأوساط السريرية، على سبيل المثال، للتخطيط لجراحة الصرع في الدماغ.



تصوير التروية بالرنين المغناطيسي Perfusion MRI

في هذه التقنية أو الطريقة، يمكن للأطباء تقدير تدفق الدّم في منطقة معيّنة يمكن أن تكون هذه المعلومات مفيدة خلال السكتة الدماغية لتحديد ما إذا كان تدفق الدّم إلى أجزاء من الدماغ منخفضاً. كما يمكن أيضاً أن تستخدم لتحديد المناطق التي تحدث فيها زيادة تدفق الدّم - على سبيل المثال، في الأورام.

تصوير الانتشار بالرنين المغناطيسي

تكشف هذه التقنية التغيرات في حركة الماء في الخلايا التي لا تعمل بشكل طبيعي. ويجري استخدامه بشكل رئيسي لكشف السكتة الدماغية في وقت مبكر. كما أنه يستخدم لكشف بعض اضطرابات الدماغ، وتحديد ما إذا كانت الأورام قد انتشرت إلى الدماغ. أمّا استخدام هذه التقنية لتصوير مناطق غير الدماغ فمحدود. وغالباً ما يقترن تصوير الانتشار بالرنين المغناطيسي مع تقنيات أخرى لتقييم الأورام، لاسيّما في الدماغ.

التنظير الطيفي بالرنين المغناطيسي Magnetic resonance spectroscopy

تستخدم هذه التقنية موجات الراديو التي تنبعث بشكل مستمر تقريباً بدلاً من النبضات، كما هي الحال في التصوير بالرنين المغناطيسي التقليدي. يُستخدم التنظير الطيفي بالرنين المغناطيسي للكشف عن اضطرابات الدماغ، مثل الاضطرابات الصرعية وداء ألزهايمر وأورام الدماغ والخراجات. ويمكن أن يميّز بين الحطام الميت داخل الخراج، والخلايا المتضاعفة داخل الورم.

تصوير الأوعية بالرنين المغناطيسي (MRA)

يمكن أن يوفر تصوير الأوعية بالرنين المغناطيسي، مثل تصوير الأوعية التقليدي وتصوير الأوعية المقطعي المحوسب، صوراً مفصلة للأوعية الدموية. ولكنه أكثر أمناً وأسهل إجراءً، على الرغم من أنه أكثر تكلفة. في كثير من الأحيان، يمكن إجراء تصوير الأوعية بالرنين المغناطيسي دون حقن عامل تباين فتصوير الأوعية بالرنين المغناطيسي يمكن أن يظهر تدفق الدم من خلال الشرايين والأوردة، أو تدفق الدم فقط في اتجاه واحد، وبذلك يظهر الشرايين فقط أو الأوردة فقط. وكما هي الحال في تصوير الأوعية المقطعية، يجري استخدام جهاز كمبيوتر لإزالة مرسم جميع الأنسجة، باستثناء الأوعية الدموية، من الصورة.

وفي كثير من الأحيان، يجري حقن عامل التباين غادولينيوم في أحد الأوردة لتحديد حواف الأوعية الدموية. ويقوم الفاحص بتوقيت المسح بدقة، بحيث يجري التقاط الصور عندما يتركز غادولينيوم في الأوعية الدموية التي يجري تقييمها.

التصوير الوريدي بالرنين المغناطيسي Magnetic resonance venography يشير هذا المصطلح على وجه التحديد إلى تصوير الأوردة بالرنين المغناطيسي. وكثيراً ما يستخدم لكشف تجلط الدم في الوريد الذي يحمل الدم بعيداً عن الدماغ (التخثر الوريدي الدماغي)، ورصد تأثير العلاج في هذا الاضطراب.

1-6 فيزياء الرنين المغناطيسي

يتكون الجهاز من مغناطيس كهربائي لولبي ضخم للقيام بتشكيل مجال مغناطيسي حول المريض ينتج مجال مغناطيسي 2 تسلا أي ما يعادل 20000 جاوس، وأن هذا المجال يجعل ذرات الهيدروجين تتمغنط وتتجه جميعها إلى جزئها المغناطيسي الشمالي فتتوحد باتجاه واحد. بعد ذلك يعرض الجسم لأشعة مذبذبة تؤدي إلى زيادة طاقة هذه الذرات ولذلك سوف تغير اتجاهها بدرجة معينة ليتبقى لنا ذرة من كل مليون ذرة يتم بها عملية التصوير بالرنين المغناطيسي وهو عدد كبير من الذرات يكفي لظهور صورة واضحة للجزء المراد تصويره وتبعث بمقدار من الطاقة عكسي. هذه الطاقة العكسية تستقبل من الجهاز وتحسب وتتكون على شكل صورة هذه الصورة توضح شدة الهيدروجين في كل منطقة من مناطق الجسم، وعن طريق هذه الصورة يتمكن الأطباء اكتشاف الكثير من الأمراض وعند استثارة الذرات في الجسم تقوم البروتونات بالحركة مع وضد اتجاه الحقل المغناطيسي الرئيسي، تزداد البروتونات الموافقة للاتجاه الرئيسي عن البروتونات المضادة بكمية قليلة ولكنها مهمة جداً في الحصول على الصورة لاحقاً، وتستثار هذه البروتونات خصوصاً بموجات الراديو فتغير من وضعها من العامودي إلى الأفقي ولكنها ما تلبث أن تعود لوضع الاتزان، ولكن لعودتها لوضع الاتزان يوجد توقيتان مهمان:

التوقيت الأفقي

- التوقيت الأفقي وهو التوقيت الأسرع وهو لدى تشتت البروتونات على المحور الأفقي ويرمز له بالرمز 2T على المحور الأفقي لذلك سمى التوقيت الأفقي وهو رمز للزمن أي الوقت وكذلك التوقيت الرأسي عكس ذلك

التوقيت الرأس

التوقيت الرأسي وهو التوقيت لدى عودة البروتونات إلى وضع الاتزان ويرمز له بالرمز 1T

يجدر الإشارة إلى أن التوقيتين يحدثان متلازمين لبعضهما.

- تقاس طاقة المغناطيس المستخدم في الرنين المغناطيسي بوحدتي التسلا وتساوي 10000 غاوس، بقياس متوسط مغناطيسية الأرض وجد أنها تساوي نصف غاوس.

كثافة البروتون

- عدد البروتونات النشطة في وحدة الحجم من النسيج، وتختلف الكثافة من نسيج إلى نسيج آخر.

دورة الصدى

- بعد تأثير البروتونات بموجات الراديو يتم بث الموجات مره أخرى فتعود 180°، وتقاس المدة الزمنية بين التأثير الأول 90° والتأثير الثاني 180° بتوقيت الصدى.

1-7 احتياطات ومخاطر الرنين المغناطيسي

إن عملية التصوير بالماسح الضوئي عملية سهلة وغير مؤلمة ولا يوجد تقرير للأثار السلبية، بالعكس تظهر أهمية الرنين المغناطيسي وإيجابياته بأنه غير جراحي ويعطي تفصيلاً مصوراً دقيقاً للجسم.

وفيما يلي نذكر احتياطات تصوير الرنين المغناطيسي:

المريض الذي لديهم مواد معدنية مزروعة في أجسامهم يجب عليهم إخبار الطبيب أو أخصائي الأشعة قبل إجراء صورة الرنين المغناطيسي، مثل (المفاصل الاصطناعية، لوحات معدنية للعظام، رقائق معدنية) فهذه المواد تشوه الصورة وتعطي صور خاطئة. المريض الذي يضعون جهاز تنظيم دقات القلب، صمامات القلب الاصطناعية، مقل العين، الأذن المعدنية، شظايا الرصاص، مضخات الانسولين يجب نزعها قبل التصوير.

خلال التصوير بالرنين المغناطيسي، يستلقي المريض في منطقة مغلقة، وهذه المنطقة قد تشعر بعض المرضى بإحساس خافق، لذلك على المرضى الذين يعانون من رهاب الاحتجاز إخبار الطبيب أو أخصائي الأشعة في هذه الحالة قد يعطى مهدئ لهؤلاء المرضى. أما حول أضرار الرنين المغناطيسي، فإنه يعد أكثر أمناً مقارنة بصور الأشعة السينية (بالإنجليزية: X-rays) والتصوير المقطعي المحوسب (بالإنجليزية: Computed Tomography Scan) كونه لا يستخدم الإشعاع المؤين الذي قد يؤذي المريض. ولكن قبل التصوير، يجب إعلام الطبيب بالآتي:

□ إن كان المريض قد خضع مؤخراً لعملية جراحية.

- ☐ إن كان لدى المريض حساسية من دواء أو طعام معين أو كان مصاباً بالربو.
- ☐ إن كان لدى المريض أي مشاكل صحية، منها مشاكل الكلى والكبد.
- ☐ إن كانت المريضة حاملاً أو كان هناك احتمالية لذلك.

8-1 نصائح قبل إجراء أشعة الرنين المغناطيسي

هناك بعض النصائح التي يجب اتباعها قبل إجراء أشعة الرنين المغناطيسي، ومن هذه النصائح ما يأتي تناول الأدوية كالمعتاد، وعدم تغييرها ما لم يُطلب ذلك. من الممكن أن يكون الصوت أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي ذات صوت عالٍ ولا يُحتمل أحياناً، لذا يمكن استخدام زوج من سماعات الرأس أو سدادات الأذن حتى تساعد على تخفيف تأثيرها. إزالة الأشياء المعدنية قبل الدخول إلى غرفة التصوير، وتركها بالمنزل لمنع ضياعها أو سرقتها. إحضار قائمة الأدوية الحالية الخاصة والفحوصات اللازمة مثل: فحوصات الكلى. الالتزام بإخبار كل الأمراض للطبيب، مثل القلق المتعلق بفوبيا الأماكن المغلقة، حتى يستطيع الطبيب معرفة الدواء المناسب لتلك الحالة وإعطائه للمريض قبل إجراء الفحص. الالتزام بالقيود الغذائية التي يقولها الطبيب قبل إجراء الفحص، حيث يساعد القيام بذلك على ضمان حدوث الإجراء بسلاسة. الوصول قبل نصف ساعة على الأقل من وقت المحدد لإجراء الفحص.

المصادر

- 1- Roth, CG, and Deshmukh, S. "MRI of the Uterus, Cervix, and Vagina." In: Roth CG, Deshmukh S (eds), *Fundamentals of Body MRI*, 2nd ed., Elsevier, Philadelphia, PA, (2017), chap. 9.
- 2- Johnson, Dustin, et al. "Approach to MR imaging of the elbow and wrist: technical aspects and innovation." *Magnetic Resonance Imaging Clinics* 23.3 (2015): 355-366. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2015.04.008>
- 3- Howe, Benjamin Matthew, et al. "MR imaging of the nerves of the upper extremity: elbow to wrist." *Magnetic Resonance Imaging Clinics* 23.3 (2015): 469-478. <https://doi.org/10.1016/j.mric.2015.04.009>
- 4- von Borstel, Donald, et al. "High-resolution 3T MR imaging of the triangular fibrocartilage complex." *Magnetic Resonance in Medical Sciences* 16.1 (2017): 3-15. https://www.jstage.jst.go.jp/article/mrms/16/1/16_rev.2016-0011/_article/-char/ja/
- 5- Chang, Andrew L., et al. "Advanced imaging techniques of the wrist." *American Journal of Roentgenology* 209.3 (2017): 497-510. <https://ajronline.org/doi/abs/10.2214/AJR.17.18012>
- 6- Morris, Cody J., et al. "Masses of the hand and wrist, a pictorial review." *Clinical Imaging* 40.4 (2016): 650-665. <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2016.02.019>
- 7- Mileto, A, and Boll, DT. "Liver: Normal Anatomy, Imaging Techniques, and Diffuse Diseases." In: Haaga JR, Boll DT (eds), *CT and MRI of the Whole Body*, 6th ed., Elsevier, Philadelphia, PA, (2017).
- 8- Azad, N, and Myzak, MC. "Neoadjuvant and Adjuvant Therapy for Colorectal Cancer." In: Cameron JL, Cameron AM (eds), *Current Surgical Therapy*, 12th ed., Elsevier, Philadelphia, PA, (2017), pp. 249-254.
- 9- Kwak, ES, Laifer-Narin, SL, and Hecht, EM. "Imaging of the Female Pelvis." In: Torigian DA, Ramchandani P (eds), *Radiology Secrets Plus*, 4th ed., Elsevier, Philadelphia, PA, (2017).
- 10- Magnetic Resonance Imaging (MRI): Brain", www.kidshealth.org, Retrieved 2-5-2019. Edited
- 11- Levine, M. S., and R. M. Gore. "Diagnostic imaging procedures in gastroenterology." *Goldman-Cecil Medicine*. 26th ed. Philadelphia, PA: Elsevier (2020).
- 12- Neurological diagnostic tests and procedures fact sheet. National Institute of Neurological Disorders and Stroke ..Accessed July 19, 2019
- 13- Ask MayoExpert. MRI of the breast. Rochester, Minn.: Mayo.Foundation for Medical Education and Research; 2018 .