بسم الله الرحمن الرحيم

المبسّط في فهم التصوير بالرنيـن المغناطيسي

تأليـف

هانز إتش. شيلد

ترجمـة

الدكتور أحمد محمد سلاّم

مدير الإدارة الهندسية وقسم الخدمات الطبية الهندسية المشارك

كلية الطب ومستشفى الملك خالد الجامعي

جامعة الملك سعود

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢٢هـ (٢٠٠٢م)

هذه ترجمة عربية مصرح بها لكتاب:

MRI made easy (….well almost)
By: Hans H. Schild
Ⓒ 1990, Schering AG, Berlin/Bergkarmen

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
شيلد، هانز إتش
المبسّط في فهم التصوير بالرنين المغناطيسي/ ترجمة أحمد محمد سلاّم.الرياض
١٣٣ ص؛ ١٧سم × ٢٤سم
ردمك : ٣-٣١٩-٣٧-٩٩٦٠
١-التصوير ٢-أجهزة التصوير أ-سلاّم،أحمد محمد (مترجم)
ب- العنوان
ديوي ٧٧٨ ٢٢/٣٨١٠

رقم الإيداع : ٢٢/٣٨١٠

حكمت هذ الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره في اجتماعه الخامس للعام الدراسي ١٤٢١/ ١٤٢٢هـ المعقود بتاريخ ٢٢/ ٧/ ١٤٢١هـ، الموافق ١٩/ ١٠/ ٢٠٠٠م.

النشر العلمي والمطابع ١٤٢٢هـ

كلمة المترجم

فاقت تقنية التصوير بالرنين المغناطيسي كافة التقنيات السابقة للتصوير الإشعاعي وغير الإشعاعي، كما أنها فتحت آفاقا مستقبلية ينتظر أن تتعدى ما هو مألوف في مجالات التصوير الإشعاعي وغير الإشعاعي، وينتظر أن تتمخض السنوات العشر القادمة عن تطورات كثيرة لتطبيقات لم يسبق لها مثيل، باستخدام أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي، ولاسيما خاصية المطيافية التي تعتبر الآن في بداياتها.

وكما هو متوقع فإن فيزياء تقنية التصوير بالرنين المغناطيسي، صعبة الفهم (والاستيعاب)، ليس فقط لصعوبة المادة وجفافها وكثرة معادلاتها الرياضية، بل أيضا بسبب عدم توافر مرجع سهل مبسط يشرح الأفكار الأساسية دون الخوض في مجاهل التفسيرات المرتبطة بالمعادلات الرياضية، ولاسيما أن القارئ لهذه المواضيع يكون غالبا من الهيئات الطبية أو الطبية المساعدة ولا تدخل المعادلات الرياضية في طبيعة عمله، لذلك فهو لا يميل إلى استخدامها بقدر ما يشوقه فهم الفيزياء من منطلق... كيف؟... ولماذا؟.

لقد حضرت منذ عدة أعوام إحدى الندوات العلمية بالرياض فى مجال الأشعة بصفة عامة وكانت اهتماماتى آنذاك (ومازالت) بأجهزة الرنين بالتصوير المغناطيسي، وكان الدكتور شيلد (مؤلف الكتاب) ضمن المحاضرين في تلك الندوة، وعند استماعي لمحاضرته شغفت بطريقة عرضه للمادة العلمية وتبسيط الحقائق الفيزيائية وهو ما تفتقر إليه الغالبية العظمى من المراجع في هذا الموضوع، وبعد اقتنائي هذا الكتاب قمت بقراءته دفعة واحدة أثناء رحلتي بالطائرة إلى الولايات المتحدة الأمريكية، لم يدفعني إلى ذلك الملل المصاحب للرحلات الطويلة بل سهولة أسلوب الكاتب ومقدرته على جذب القارئ من خلال عرضه المبسط لمواضيع الكتاب خطوة بخطوة دون تعثر في مطبات الفيزياء. لقد دفعني هذا الشعور إلى ترجمة هذا الكتاب لتعم الاستفادة منه، بعون الله وتوفيقه.

لن أكرر الميزة الكبرى لهذا الكتاب والتي تتضح من عنوانه، بل أود أن أنبه القارئ إلى أن الكاتب يخاطبه من خلال الشرح كما لو كان جالسا أمامه، وأن

التكرار المتعمد لبعض المواضيع في هذا الكتاب مفيد للغاية، كما أن كثرة الأشكال والأمثلة والصور الكاريكاتيرية سوف تجعلك شغفا أكثر بفهم المادة العلمية التي تمثل، في واقع الأمر، الأساسيات في فهم التصوير بالرنين المغناطيسي بدءا من اللف الذاتي للبروتون ونهاية بطريقة تكوين الصور التشخيصية.

لا شك في أن الترجمة عمل مضنٍ لا يعرفه إلا من خاض هذه التجربة؛ لذا فعذري الذي ألتمسه من القارئ هو أني قد اجتهدت لنقل جوهر الموضوع وأخذت في الحسبان عاداتنا وتقاليدنا الاجتماعية والإسلامية عند ترجمة بعض فقرات الكتاب التي وجدت فيها خدشا للحياء أو القيم الاجتماعية. والعقبة التي واجهتني خلال الترجمة هي الربط الذي انتهجه المؤلف بين بعض الكلمات الإنجليزية والحقائق الفيزيائية التي تشترك معها في بعض الحروف الهجائية بغية سهولة حفظها وتذكرها، وقد اجتهدت لإيجاد كلمات عربية بها حروف ترتبط بمسمى الحقيقة الفيزيائية؛ لتحقيق هدف المؤلف نفسه.

وأنتهز هذه فرصة لأشكر عائلتي الصغيرة المقيمة معي على تهيئة المناخ المناسب لي، لإنهاء هذا العمل الذي أهديه إلى زوجتي وابني المقيمين بعيدا عني، ولا يفوتني أن أسأل الله، جلت قدرته، الرحمة والمغفرة لزميلي المهندس عبد السلام فرج الله، الذي قام بتدقيق الطباعة وقواعد اللغة العربية في هذا الكتاب، وشاءت إرادة الله أن توافيه المنية قبل إتمام هذا العمل، وأن يسكنه فسيح جناته. وأتوجه بجزيل الشكر إلى جامعة الملك سعود على تبنيها مشروع ترجمة هذا الكتاب، وأتمنى من الله سبحانه وتعالى أن ينفع به الجميع، وأن يجعله خالصا لوجهه الكريم والحمد والشكر لله أولا وآخرا.

الدكتور أحمد محمد سلاّم

الرياض في جمادى الآخرة ١٤٢١هـ
سبتمبر ٢٠٠٠م

شكر

أود أن أتقدم بالشكر للسادة الذين أدى تعاونهم وخبراتهم إلى إخراج هذا الكتاب، وهم:

- السيدة إل. شميت (L.Schmidt) والدكتور إتش واين مان (Dr. H. Weinmann) شركة شرينج إيه جي (Schering AG) برلين.
- السيد دى. ويت شتين (D. Wettstein)

والسيد إس جاكوب (S.Jacob)

من ويت شتين فوتوساتز (Wettstein Fotosatz).

- السيد آر كاربنتر (R. Carpenter) والسيد إيه ليبرج (A. Leihberg).
- الأستاذ الدكتور إم هللر (Prof. Dr. M. Heller).

وشكري الخاص للسيد اتش اتش فوس(H.H.Vos) أيضا من شركة شرينج إيه جي برلين (Berlin).

هانز اتش. شيلد (H. H. Schild)

مقدمة

نهدى هذا الكتاب إلى:

- أي شخص يقوم بتدريس الطب، بدلا من الاقتصار على تقديم الحقائق الطبية فقط (مثل أستاذي لمادة التشريح الأستاذ الدكتور آر. بوك (Prof. Dr. R. Bock) المتمرس في هذا الفن.
- أي شخص تجد خطواته المضطربة أن طريق التصوير بالرنين المغناطيسي صعب. وقد وضع هذا الكتاب أملا، وليس ثقة، في أنهم قد يجدون بعض المساعدة منه.

مقدمة معدلة من ألستير جي سميث (Alstair G. Smith)، سيرجون هول (Surgeons Hall)، وإدنبرج (Edinburgh)، أكتوبر ١٩٣٩م.

هانز اتش شيلد

نبذة عن الكتاب

تم تأليف هذا الكتاب مقدمة للتصوير بالرنين المغناطيسي Magnetic Resonansce Imagging (MRI) وهو موجه إلى أي شخص يرغب في بعض المعرفة عن التصوير بالرنين المغناطيسي دون الحاجة إلى سنوات لدراسة الفيزياء . فإن انطبق ذلك عليك فلتقرأ هذا الكتاب من البداية وحتى النهاية، ولو لم يكن ذلك في جلسة واحدة.

ورغم أن مادة هذا الموضوع غاية في التعقيد إلا أنها ليست بعيدة عن الفهم بأية حال من الأحوال، ولكنها تحتاج، رغم ذلك، إلى بعض التركيز والإدراك؛ ولذلك أقوم من حين لآخر بالاقتراح عليك أن تترك هذا الكتاب وتأخذ قسطا من الراحة، وعليك أن تفعل ذلك؛ لما له من فائدة في فهم المادة المقدمة، ولكن لا تنس أن تعود مرة أخرى للقراءة.

ولقد قمت بتكرار بعض المواضيع أكثر من مرة، وهي المواضيع التي أعتقد، من خبرتي الشخصية، أن في فهمها صعوبة خاصة، وذلك ليتسنى للقارىء فهمها وتذكرها بنهاية هذا الكتاب.

وساعدت مراجع مفيدة على تأليف هذا الكتاب، وقد وضعت ضمن المراجع التي يوصى بها في حالة الاحتياج لمعلومات في المستقبل، حيث إن مؤلفا في حجم هذا الكتاب لن يستطيع الإلمام بكل شيء. وفي الحقيقة، فإن هدف هذا الكتاب ليس إعطاء كافة المعلومات من البداية وحتى النهاية عن التصوير بالرنين المغناطيسي، بل هو كالمشهيات لقراءات إضافية.

المحتويات

الصفحة

كلمة المترجم ..... هـ

شكر ..... ز

مقدمة ..... ط

نبذة عن الكتاب ..... ك

دعنا نبدأ بنظرة عامة عن التصوير بالرنين المغناطيسي ١

دعنا ننظر إلى هذه الخطوات بالتفصيل ٢

ماذا يحدث للبروتونات عندما نضعها في مجال مغناطيسي خارجي؟ ٣

ما هو وصف "الحركة البدارية precession"؟ ٥

إدخال نظام الإحداثيات ٧

ماذا يحدث بعد وضع المريض داخل المغناطيس؟ ١٥

ما هي سرعة البروتونات؟ أو من الأفضل أن نقول: ما هو تردد البروتونات؟ ١٧

ماذا يحدث للبروتونات عند تعرضها لنبضات آر إف؟ ١٨

هيا بنا ننظر إلى متجه المغناطيسية المستعرضة المتولدة الجديدة ٢٣

تفاصيل إضافية عن إشارة الرنين المغناطيسي ٢٥

يكفي هذا القدر من المعلومات عن المغناطيسية الطولية،

فماذا يحدث للمغناطيسية المستعرضة؟ ٢٨

كم يبلغ زمن الاسترخاء؟ ٣٤

ما الذي يؤثر في الزمن $ن_1$؟ ٣٧

وماذا يؤثر في الزمن $ن_2$؟ ٣٨

دعنا الآن نجري تجربة ٤٠

الصفحة

وماذا عن إجراء تجربة أخرى؟ ٤٨
لماذا لا تكون الإشارة متطابقة تماما بعد الانتظار زمنا (ن ت) طويلا جدا؟ ٥٤
كيف نحصل على صورة ذات ثقل ن٢؟..... ٥٤
دعنا ننظر أولا للتعاقب ذي الثقل – ن٢..... ٦١
دعنا نعود إلى تعاقب نبضات صدى اللف الذاتي..... ٦٥
ما هو نوع الصورة التي نحصل عليها عند اختيار زمنا (ن ت) طويلا،
وزمنا (ن ص) قصيرا؟..... ٦٧
وماذا يحدث عند استخدامنا زمنا (ن ت) طويلا وزمنا (ن ص) طويلا؟..... ٦٩
وماذا يحدث لو استخدمنا زمنا (ن ت) قصيرا وزمنا (ن ص) قصيرا؟..... ٧٠
ماذا لو استخدمنا زمنا (ن ت) قصيرا جدا، وزمنا (ن ص) طويلا جدا؟..... ٧٠
بعض الملاحظات العملية على قراءة الصور ٧٤
كيف يؤثر التدفق في الإشارة؟ ٧٦
وماذا الآن عن أوساط التباين في الرنين المغناطيسي؟..... ٨١
تعاقب استعادة التشبع أو التشبع الجزئي..... ٨٤
تعاقب الاستعادة العكسية..... ٨٧
تعاقب صدى اللف الذاتي..... ٨٨
وماذا عن تعاقبات التصوير السريع؟ ٨٩
حول زمن التصوير ٩٢
ولماذا يؤثر الزمن (ن ت) في زمن الاكتساب؟..... ٩٤
كيف يمكننا اختيار شريحة نرغب في فحصها؟ ٩٥
كيف نتمكن من اختيار أو تحديد سُمك معيّن للشريحة؟..... ٩٧
من أين تأتي الإشارة؟..... ٩٨
بعض القواعد الأساسية الإضافية..... ١٠٥

الصفحة

هل نستطيع استخدام كل النويات الأخرى في التصوير؟ ١٠٥
دعنا نلقي نظرة على بعض الأجزاء المعدنية: المغناطيسات
المغناطيسات الدائمة ١٠٦
المغناطيسات المقاومة ١٠٧
المغناطيسات فائقة التوصيل ١٠٧
قطعة أخرى في الأجزاء المعدنية: الملفّات
الملفات الحجمية ١٠٨
ملفات الضبط بالرقائق ١٠٨
ملفات التدرج ١٠٩
الملفات السطحية ١٠٩
لماذا تحتاج أجهزة الرنين المغناطيسي إلى تجهيزات خاصة؟ ١٠٩
نظرة أخيرة على المطيافية ١١٠
ثبت المصطلحات
أولا: عربي – إنجليزي ١١١
ثانيا: إنجليزي – عربي ١١٩
كشاف الموضوعات ١٢٩
المراجع والقراءات المقترحة ١٣٣