



Research Paper

Unnecessary Brain CT Scan and MRI Prescriptions for Evaluation of Children Suffering from Headache Referring to Namazi Hospital of Shiraz

Hamid Nemati¹ , Mehrnoosh Emadi², Mehdi Salehian³, 'Eslam Shorafa⁴ , 'Khosro Keshavarz⁵

1. Associate Professor of Pediatric Neurology, Neuroscience Research Center, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.
2. MSc, Health Human Resources Research Center, School of Management and Medical Informatics, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.
3. MD, Neuroscience Research Center, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.
4. Assistant Professor of Pediatric Intensive Care, Department of Pediatrics, School of Medicine, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.
5. Associate Professor of Pharmacoeconomics and Pharmaceutical Administration, Health Human Resources Research Center, School of Management and Medical Informatics, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran.

Use your device to scan and read the article online



Citation Nemati H, Emadi M, Salehian M, Shorafa E, Keshavarz Kh. [Unnecessary Brain CT Scan and MRI Prescriptions for Evaluation of Children Suffering from Headache Referring to Namazi Hospital of Shiraz (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2024; 22(4):401-411. 10.22118/JSMJ.2023.397449.3171

<https://doi.org/10.22118/jsmj.2023.397449.3171>

ABSTRACT

Background and Objectives Despite the significant role of brain magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT) scans in diagnosing diseases, unnecessary prescriptions of these imaging techniques may lead to adverse consequences, imposing a heavy financial burden on patients and health systems. The present study aimed to assess the unnecessary use of imaging services for the evaluation of children suffering from headaches in Namazi Hospital in Shiraz in 2020..

Subjects and Methods The research population of this retrospective study included all children who were referred to Namazi Hospital with the chief complaint of headache in 2019. Since the research sample was equal to the research population, no sampling was performed, and all individuals were surveyed through the census method. The data were analyzed in SPSS software (version 19) using statistical methods.

Results Of the 54 brain MRIs performed, 7.4% were necessary, and 92.5% were unnecessary. Moreover, regarding 81 brain CT scans performed, 8.6% were necessary and 91.3% were not. The indication and insurance status had a significant positive relationship with the necessity of brain MRI and CT scan prescriptions ($P < 0.05$). The total financial burden imposed by unnecessary brain MRIs and brain CT scans of the studied patients in Shiraz Namazi Hospital was 158,298,588 Iranian Rials in 2020.

Conclusion The results pointed out that over 90% of the brain MRIs and CT scans prescribed for children with headaches were unnecessary, which could impose unnecessary patient costs. Therefore, it seems essential to use effective clinical guidelines for the proper administration of brain MRI and CT scans.

Keywords Imaging, Brain MRI, Brain CT scan, Headache

Received: 26 Jun 2023
Accepted: 01 Nov 2023
Available Online: 19 Feb 2024

* Corresponding Author:

Eslam Shorafa, Khosro Keshavarz

Address: School of Management & Information Sciences, Almas Building, Alley 29, Qasrodasht Ave, Shiraz, Iran.

Tel: +989173301430

E-Mail: khkeshavarz2007@gmail.com, khkeshavarz@sums.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

Nowadays, headaches are one of the most common childhood disorders, which can be life-limiting in severe cases. Early and accurate diagnosis of these disorders contributes to better and faster treatment. Despite the crucial role of magnetic resonance imaging (MRI) and computed tomography (CT) scans in disease diagnosis, excessive and uncontrolled use of these technologies may lead to indiscriminate and unnecessary service consumption, resulting in a marked rise in healthcare costs. Moreover, the increasing complexity of imaging is often accompanied by inefficient diagnostic facilities, leading to improper patient management and unnecessary exposure to radiation. The rapid rise in CT scan usage has raised considerable public concern regarding ionizing radiation doses during scans, which is widely accepted to increase the risk of cancer over a person's lifetime. Therefore, in numerous cases, these technologies lack superiority over their predecessors and show no evidence of improving patient outcomes. Despite the notable role of imaging techniques in disease diagnosis, unnecessary prescriptions can lead to adverse consequences for patients, imposing a substantial financial burden on patients, payers, and healthcare systems. The present study aimed to assess the unnecessary brain CT scan and MRI prescriptions for children suffering from headaches referred to Namazi Hospital of Shiraz in 2020.

Methods

The research population of this retrospective study included all children presenting to Namazi Hospital in 2020 with the chief complaint of headaches. Since the research sample matched the research population, no sampling was performed, and all patients were examined through the census method. Patients who were admitted with the chief complaint of headaches were eligible to participate in the study. Patients who had not undergone any imaging or those whose chief complaint for hospitalization was not headache were excluded from the study. Data were collected using a form developed to examine patient records and extract the necessary information for the study after consultation and discussions with experts. After data collection, the data were matched with a logical framework of brain MRI and CT scan indications to determine the necessary prescription rate based on patient follow-ups through phone calls and information in patient records. In this study, the pretest probability was determined through a checklist containing demographic information of patients in the pediatric age group (7-17 years), gender, and the requesting physician. In the subsequent experimental phase, brain MRI and CT scans of children were reviewed by a specialist physician. In the post-test phase, the cause of headaches was diagnosed based on the physician's opinion, mentioned in the patient record summary and noted in the checklist. To

estimate the number of unnecessary MRI and CT scan prescriptions, the estimated rate of unnecessary MRI and CT scans was multiplied by the total services provided by Namazi Hospital. Finally, the total financial burden was estimated by multiplying the indications without justifications by the brain MRI and CT scan rates for the patient and insurer in 2020. Data were analyzed in SPSS software (version 19) using the Chi-square test.

Results

This study included 116 children who had presented with headache as their chief complaint and had undergone brain imaging. The age distribution demonstrated that 48.3% of patients were under 10, 44% were between 11 and 15, and 7.8% were over 16 years old. About 44% of patients were female, and 56% were male. About 60.3% of patients were under insurance coverage, while 39.7% were uninsured. Of all 54 MRIs performed, 7.4% were justified, and 92.5% were unjustified. In addition, out of 81 CT scans conducted, 6.8% were justified, and 91.3% were unjustified. Insurance status exhibited a significant relationship with the necessity of prescribing MRI and CT scans ($P < 0.05$). Nonetheless, gender was not correlated with the necessity of prescribing brain MRI and CT scans. Out of 54 brain MRIs, 40 involved contrast medium injection, and 14 were without injection. Among the 40 contrast-enhanced MRIs, 12 cases had no indication, and among the 14 non-contrast MRIs, 9 cases lacked indications. The total financial burden from unnecessary brain MRI and CT scans was 158,298,588 Iranian Rials in 2020.

Conclusion

As evidenced by the obtained results, more than 90% of the prescribed MRIs and CT scans in children with headaches are unjustified, and this not only exposes patients to unnecessary ionizing radiation but can also lead to cancer and unnecessary costs. Regular training and adherence to updated referral guidelines by attending physicians and radiology department staff can contribute to the reduction of unnecessary prescriptions. Therefore, it is recommended that effective clinical guidelines be utilized for prescribing imaging procedures.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Ethics approval related to the research circumstances was obtained from the ethical committee of Shiraz University of Medical Sciences (ethical no. IR.SUMS.MED.REC.1398.576).

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Authors contributions

HN, KhK and ESH contributed to the idea and design. MS and ME contributed to the data collection. HN, KhK, ESH, ME, and MS contributed to the data analysis. All authors contributed to the manuscript writing and revision. All authors approved the final version of the manuscript.

Conflicts of interest

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Acknowledgements

The present article was extracted from the thesis written by Mehdi Salehian and was supported and approved by Shiraz University of Medical Sciences. The researchers would like to thank the Shiraz University of Medical Sciences and especially the personnel of Namazi Hospital for their kind cooperation with the researchers in collecting and analyzing the data.

مقاله پژوهشی

بررسی میزان تجویزهای غیرمقتضی CT scan و MRI مغز در کودکان مبتلا به سردرد در بیمارستان نمازی شیراز در سال ۱۳۹۹

حمید نعمتی^۱، مهرنوش عمادی^۲، مهدی صالحیان^۳، اسلام شرفاء^۴، خسرو کشاورز^۵

۱. دانشیار مغز و اعصاب کودکان، مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۲. کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات منابع انسانی سلامت، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۳. دکتری پزشکی، مرکز تحقیقات علوم اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۴. استادیار مراقبت‌های ویژه کودکان، گروه کودکان، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.
۵. دانشیار اقتصاد و مدیریت دارو، مرکز تحقیقات منابع انسانی سلامت، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ایران.

Use your device to scan and read the article online



Citation Nemati H, Emadi M, Salehian M, Shorafa E, Keshavarz Kh. [Unnecessary Brain CT Scan and MRI Prescriptions for Evaluation of Children Suffering from Headache Referring to Namazi Hospital of Shiraz (Persian)]. *Jundishapur Scientific Medical Journal*. 2024; 22(4):401-411. 10.22118/JSMJ.2023.397449.3171

doi <https://doi.org/10.22118/jsmj.2023.397449.3171>

چکیده



زمینه و هدف با توجه به تأثیرات درخور توجه MRI و سی‌تی‌اسکن در تشخیص بیماری‌ها، تجویزهای غیرضروری آن می‌تواند بار مالی زیادی را بر بیماران و سیستم‌های بهداشتی تحمیل کند. این مطالعه با هدف بررسی استفاده‌ی غیرمنطقی از خدمات تصویربرداری برای ارزیابی کودکان مبتلا به سردرد در بیمارستان نمازی شیراز در سال ۱۳۹۹ انجام شد. روش بررسی در این مطالعه‌ی گذشته‌نگر، جامعه‌ی پژوهشی تمام کودکان مراجعه‌کننده با شکایت اصلی سردرد به بیمارستان نمازی در سال ۱۳۹۹ بودند. از آنجاکه نمونه‌ی تحقیق با جامعه‌ی تحقیق برابر بود، هیچ‌گونه نمونه‌گیری انجام نشد و همه‌ی بیماران از طریق سرشماری بررسی شدند. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS.19 انجام شد. یافته‌ها از ۵۴ MRI انجام‌شده، ۷/۴ درصد منطقی و ۹۲/۵ درصد غیرمنطقی بوده است. همچنین، از ۸۱ سی‌تی‌اسکن انجام‌شده، ۸/۶ درصد منطقی و ۹۱/۳ درصد غیرمنطقی بوده است. وضعیت اندیکاسیون و بیمه با مناسبت تجویز MRI و سی‌تی‌اسکن رابطه‌ی معنی‌داری داشت ($P\text{-value} < 0.05$). مجموع بار مالی ناشی از MRI و سی‌تی‌اسکن نامناسب مغز ۱۵۸،۲۹۸،۵۸۸ ریال در سال ۱۳۹۹ بوده است.

نتیجه‌گیری بیش از ۹۰ درصد از MRIها و سی‌تی‌اسکن‌های تجویز شده غیرمنطقی بوده است و این مسئله می‌تواند باعث ایجاد هزینه‌های غیرضروری شود؛ بنابراین، توصیه می‌شود از دستورالعمل‌های بالینی مؤثر برای تجویز استفاده شود. کلیدواژه‌ها تصویربرداری، MRI مغز، سی‌تی‌اسکن مغز، سردرد

تاریخ دریافت: ۰۵ تیر ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۰ آبان ۱۴۰۲

تاریخ انتشار: ۳۰ دی ۱۴۰۲

نویسنده مسئول:

اسلام شرفاء، خسرو کشاورز

نشانی: شیراز، خیابان قصردشت، کوچه‌ی ۲۹، ساختمان الماس، دانشکده‌ی مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی.

تلفن: ۰۹۱۷۳۳۰۱۴۳۰

رایانامه: khkeshavarz2007@gmail.com, khkeshavarz@sums.ac.ir

مقدمه

سردرد یکی از اختلالات شایع در دوران کودکی است [۱] و تخمین زده‌اند که ۷۵ درصد از کودکان تا پانزده‌سالگی، سردردهای چشمگیری را تجربه می‌کنند [۲]. سردرد در کودکان طیف وسیعی دارد و شامل سردرد با علت‌های اولیه و ثانویه است [۳].

در بیشتر موارد، کودکانی که با سردرد مراجعه می‌کنند، فقط به مدیریت درد نیاز دارند. در بقیه موارد، نیازمند تشخیص و درمان علل زمینه‌ای هستند که بعضی از این موارد تحدیدکننده‌ی حیات یا همراه با ریسک بالای مرگ‌ومیرند؛ مانند تومورهای مغزی، مننژیت‌های ویروسی یا باکتریال و افزایش ایدیوپاتیک فشار مایع درون‌مغزی [۳]. بنابراین، تشخیص زود هنگام و دقیق این اختلالات به درمان بهتر و سریع‌تر بیماری کمک می‌کند [۴]. امروزه، استفاده از فناوری‌های پیشرفته‌ی تصویربرداری نظیر سی‌تی‌اسکن (اسکن توموگرافی کامپیوتری) و ام‌آر‌آی (Magnetic Resonance Imaging (MRI)) نقش مهمی در تشخیص این بیماری‌ها دارند [۴] و استفاده از آن‌ها علاوه بر کمک به تشخیص زود هنگام بیماری، از اقدامات تهاجمی‌تر غیر ضروری برای درمان بیمار جلوگیری می‌کنند [۵].

از دهه‌ی گذشته تا اکنون، استفاده از خدمات تصویربرداری تشخیصی به‌طور درخورد توجهی افزایش یافته است [۶]. تحقیقاتی که تاکنون انجام شده است، دلایل متعددی را برای افزایش استفاده از خدمات تشخیصی گزارش کرده‌اند. برخی پیشرفت در تکنولوژی‌های تشخیصی، تشخیص بهتر بیماری و اطمینان خاطر بیشتر بیمار، کاهش زمان لازم برای انجام آن‌ها، دسترسی بیشتر به امکانات تصویربرداری و رفتار پزشکان در ایجاد تقاضای القایی را از دلایل مهم بر شمرده‌اند [۷-۱۱].

استفاده‌ی بیش از حد و ورود نامحدود و بدون کنترل این فناوری‌ها علاوه بر اینکه به مصرف بی‌رویه و غیر ضروری از این خدمات و افزایش قابل توجه هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی منجر شده است [۱۲-۱۴]، نیازمند منابع مالی، انسانی و سرمایه‌ی شایسته‌ی توجه است که کشورهایی با سرانه‌ی درآمد پایین یا متوسط در تأمین این منابع با محدودیت‌های فراوانی روبه‌رو هستند [۱۵]. همچنین، پیچیدگی روزافزون تصویربرداری اغلب با استفاده‌ی ناکارآمد از امکانات تشخیصی همراه بوده است که به مدیریت نامناسب بیمار و قرار گرفتن در معرض پرتوهای غیر ضروری منجر شده است [۱۶]. امروزه، افزایش سریع استفاده از سی‌تی‌اسکن نگرانی عمومی قابل توجهی را در رابطه با دوزهای پرتوهای یونیزان ارسال شده در طول اسکن به همراه داشته [۱۷] و به‌طور گسترده، پذیرفته شده است که دوزهای زیاد پرتوهای یونیزان احتمال ابتلای فرد به سرطان را در طول زندگی خود افزایش می‌دهد [۱۸]. بنابراین، در بسیاری از موارد، نه تنها

این فناوری‌ها نسبت به فناوری‌های پیشین خود برتری ندارند، بلکه شواهدی در مورد بهبود نتایج بیمار در استفاده از آن‌ها وجود ندارد [۱۹]. بر اساس مطالعات انجام‌شده، استفاده‌ی غیر ضروری از تصویربرداری MRI از ۱۰ تا ۵۰ درصد متغیر است [۲۰-۲۱]. نارته گورلکو و همکاران (۲۰۱۸) در کشور غنا با بررسی تمام سی‌تی‌اسکن‌های سر انجام‌شده بین ۱ ژانویه ۲۰۱۶ تا ۳۱ دسامبر ۲۰۱۸ در پنج مرکز بهداشتی بزرگ (چهار بیمارستان دولتی عالی و یک بیمارستان خصوصی) در سراسر غنا، به این نتیجه رسیدند که ۶۹/۰ درصد از تصویربرداری‌های تشخیصی انجام‌شده در این کشور غیر ضروری بوده یا اینکه توانسته‌اند به تشخیص و درمان بیماری کمکی کنند [۲۲]. همچنین، کاوسی و همکاران (۲۰۱۸) در شیراز با بررسی ۳۸۵ شرکت‌کننده از سه بیمارستان آموزشی دولتی شیراز، به این نتیجه رسیدند که بیش از یک‌پنجم MRI‌های مغزی انجام‌شده غیر ضروری بوده است که بار مالی ناشی از تجویز نامناسب آن در سال ۲۰۱۷، ۹۹۹۸۸ دلار برآورد شده است [۲۳]. بنابراین، علی‌رغم تأثیرات درخورد توجه MRI در تشخیص بیماری‌ها، تجویزهای غیر ضروری آن می‌تواند به پیامدهای نامطلوب برای بیماران منجر شود و بار مالی زیادی را بر بیماران، پرداخت‌کنندگان و سیستم‌های بهداشتی تحمیل کند [۲۳-۲۴].

مطالعه‌ی حاضر با هدف بررسی استفاده‌ی غیر منطقی از خدمات تصویربرداری برای ارزیابی کودکان مبتلا به سردرد در بیمارستان نمازی شیراز (بیمارستان رفرا جنوب کشور) در سال ۱۳۹۹ انجام شد.

روش بررسی

مطالعه‌ی حاضر از نوع توصیفی تحلیلی و گذشته‌نگر بود که در سال ۱۳۹۹ برای بررسی میزان تجویزهای غیر ضروری MRI و سی‌تی‌اسکن مغز کودکان و برآورد بار مالی آن در بیمارستان نمازی شیراز انجام شد. جامعه‌ی پژوهشی مطالعه‌ی حاضر تمام کودکان مراجعه‌کننده با شکایت اصلی سردرد به بیمارستان نمازی در سال ۱۳۹۹ بودند که تصویربرداری مغزی برای آن‌ها انجام شده بود. از آنجاکه نمونه‌ی تحقیق با جامعه‌ی تحقیق برابر بود، هیچ‌گونه نمونه‌گیری انجام نشد و همه‌ی بیماران از طریق سرشماری بررسی شدند.

بیمارانی که با شکایت اصلی سردرد به اتفاقات بیمارستان مراجعه کرده بودند، وارد مطالعه شدند. بیمارانی که تصویربرداری نکرده بودند و همچنین، بیمارانی که با سردرد به بیمارستان مراجعه کرده بودند اما سردرد شکایت و دلیل اصلی برای بستری کردن بیماران نبود، از مطالعه خارج شدند.

ابزار پژوهش فرم جمع‌آوری داده بود که با هدف بررسی پرونده‌ی بیماران و استخراج اطلاعات لازم برای انجام پژوهش پس از مشورت و رایزنی‌های لازم با استادان، تهیه شد و به کار رفت.

جندی شاپور

بودن پاسخها اطمینان لازم داده شد و رضایت شفاهی از آنها کسب شد.

مطالعه‌ی حاضر حاصل طرح پژوهشی زیر نظر معاونت پژوهشی دانشکده‌ی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز با دریافت کد اخلاق با شماره‌ی IR.SUMS.MED.REC.1398.576 است.

یافته‌ها

در این مطالعه، ۱۱۶ کودک که با شکایت اصلی سردرد مراجعه کرده بودند و تصویربرداری مغزی داشتند، بررسی شده‌اند. **جدول ۱** مشخصات دموگرافیک کل کودکان مبتلا به سردرد مراجعه‌کننده به بیمارستان نمازی شیراز را که تصویربرداری مغزی داشته‌اند، نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این جدول، سن ۴۸/۳ درصد از بیماران کمتر از ۱۰ سال، ۴۴ درصد بین ۱۱ تا ۱۵ سال و ۷/۸ درصد بیشتر از ۱۶ سال بوده است. حدود ۴۴ درصد از بیماران مطالعه‌شده دختر و ۵۶ درصد پسر بوده‌اند. همچنین، حدود ۶۰/۳ درصد از بیماران دارای بیمه و ۳۹/۷ درصد از بیماران فاقد بیمه‌ی درمانی بوده‌اند. **جدول ۲** تعداد تجویز MRI و سی‌تی‌اسکن‌های منطقی و غیرمنطقی را نشان می‌دهد که بر اساس آن، از ۵۴ MRI انجام شده، ۷/۴ درصد منطقی و ۹۲/۵ درصد غیرمنطقی بوده است. همچنین، از ۸۱ سی‌تی‌اسکن انجام شده، ۸/۶ درصد منطقی و ۹۱/۳ درصد غیرمنطقی بوده است.

جدول ۳ عوامل مؤثر بر مناسبت تجویز MRI و سی‌تی‌اسکن را نشان می‌دهد. آزمون آماری Chi-Square نشان داد که بین مناسبت تجویز MRI و سی‌تی‌اسکن با وضعیت اندیکاسیون و بیمه رابطه‌ی مثبت و معنی‌داری وجود دارد ($P\text{-value} < 0.05$).

در مقابل، بین مناسبت تجویز MRI و سی‌تی‌اسکن مغز و جنسیت بیماران رابطه‌ی آماری معنی‌داری مشاهده نشد؛ یعنی، با احتمال ۹۹ درصد، جنسیت تأثیری در تجویز MRI و سی‌تی‌اسکن برای بیماران نداشته است ($P\text{-value} > 0.05$).

بعد از دریافت و جمع‌آوری اطلاعات مرتبط، داده‌ها با جدول وضعیت منطقی بودن اندیکاسیون‌های MRI و سی‌تی‌اسکن مغز که در مطالعات مشابه قبلی تهیه شده بود [۲۵-۲۷]، تطبیق داده شد تا درصد مناسبات تجویز با توجه به پیگیری‌های بیمار به صورت تماس تلفنی و اطلاعات موجود در خلاصه‌ی پرونده‌ی بیماران مشخص شود.

در این مطالعه، pretest probability از طریق چک‌لیستی که شامل اطلاعات دموگرافیک بیماران در رده‌ی سنی اطفال (بین ۷ تا ۱۷ سال)، جنسیت و پزشک درخواست‌دهنده‌ی بیمار بود، مشخص شد. در مرحله‌ی بعدی که مرحله‌ی آزمایش بود، تصویربرداری‌های MRI و سی‌تی‌اسکن مغز کودکان را پزشک متخصص بررسی کرد و در نهایت، مرحله‌ی post test بود که در آن، علت سردرد بر اساس نظر پزشک که در خلاصه‌ی پرونده‌ی بیماران ذکر شده بود، تشخیص داده شد و در چک‌لیست یادداشت شد.

برای برآورد تعداد تجویزهای غیرمنطقی MRI و سی‌تی‌اسکن، میزان برآورد غیرمنطقی MRI و سی‌تی‌اسکن در کل خدمات MRI و سی‌تی‌اسکن ارائه‌شده توسط بیمارستان نمازی شیراز ضرب شد. سرانجام، با ضرب بدون اندیکاسیون‌ها در تعرفه‌های MRI و سی‌تی‌اسکن مغز برای بیمار و بیمه‌گر در سال ۱۳۹۹، کل بار مالی تحمیل شده برآورد شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از آزمون کای اسکوئر و نرم‌افزار SPSS.19 در سطح معناداری ۰/۰۵ انجام شد.

مطالعه‌ی حاضر حاصل طرح پژوهشی زیر نظر معاونت پژوهشی دانشکده‌ی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز با دریافت کد اخلاق با شماره‌ی IR.SUMS.MED.REC.1398.576 است. در تمامی مراحل، ملاحظات اخلاقی در نظر گرفته شد. همچنین، ورود افراد به مطالعه کاملاً داوطلبانه و تنها در صورت رضایت و تمایل فرد صورت پذیرفت. پس از اخذ مجوزهای لازم و توجیه شرکت‌کنندگان درباره‌ی اهداف طرح، در مورد اصل محرمانه

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک کل کودکان مبتلا به سردرد در بیمارستان نمازی شیراز

متغیر	آیتم‌ها	فراوانی	درصد
سن (سال)	کمتر از ۱۰ سال	۵۶	۴۸/۳
	۱۱-۱۵	۵۱	۴۴
جنسیت	بیشتر از ۱۶ سال	۹	۷/۸
	دختر	۵۱	۴۴
وضعیت بیمه	پسر	۶۵	۵۶
	دارای بیمه	۷۰	۶۰/۳
	فاقد بیمه	۴۶	۳۹/۷

جدول ۲. تعداد تجویزهای MRI و سی‌تی‌اسکن منطقی و غیرمنطقی انجام‌شده

متغیر	فراوانی منطقی (درصد)	فراوانی غیرمنطقی (درصد)	کل
MRI	۴ (درصد ۷/۴)	۵۰ (درصد ۹۲/۵)	۵۴ (درصد ۱۰۰)
سی‌تی‌اسکن	۷ (درصد ۸/۶)	۷۴ (درصد ۹۱/۳)	۸۱ (درصد ۱۰۰)

جدول ۳. برآورد عوامل مؤثر بر مناسبت تجویزهای MRI و سی‌تی‌اسکن مغز کودکان مبتلا به سردرد

متغیر	عناوین	فراوانی	درصد	Chi-Square	P-value
وضعیت اندیکاسیون	بله	۴۶	۳۹/۶	۴/۹۷	۰/۰۲۶
	خیر	۷۰	۶۰/۳		
وضعیت بیمه	بله	۷۳	۶۲/۹	۷/۷۶	۰/۰۰۵
	خیر	۴۳	۳۷/۰		
جنسیت	دختر	۵۱	۴۳/۹	۱/۶۹	۰/۱۹۴
	پسر	۶۵	۵۶/۰		

جدول ۴. بار مالی تجویزهای غیرمنطقی MRI و سی‌تی‌اسکن مغز کودکان مبتلا به سردرد

متغیر	نوع MRI و سی‌تی‌اسکن مغزی	تعداد MRI و سی‌تی‌اسکن مغزی	بدون اندیکاسیون	کل هزینه (ریال)
MRI	بدون تزریق	۱۴	۹	۱۱،۱۱۵،۵۶۶
	با تزریق	۴۰	۱۲	۵۴،۵۶۸،۶۴۰
	کل	۵۴	۲۱	۶۵،۶۸۴،۲۰۶
سی‌تی‌اسکن	بدون تزریق	۷۸	۳۴	۲۶،۹۳۰،۱۷۶
	با تزریق	۳	۰	۶۵،۶۸۴،۲۰۶
	کل	۸۱	۳۴	۹۲،۶۱۴،۳۸۲

منطقی بودن تجویزهای MRI و سی‌تی‌اسکن مغز کودکان مبتلا به سردرد و بار مالی ناشی از آن در این مطالعه بررسی شد.

نتایج مطالعه‌ی حاضر نشان داد که از ۵۴ MRI انجام شده، ۷/۴ درصد منطقی و ۹۲/۵ درصد غیرمنطقی بوده است. همچنین، از ۸۱ سی‌تی‌اسکن انجام شده، ۸/۶ درصد منطقی و ۹۱/۳ درصد غیرمنطقی بوده است. از این حیث، نتایج این مطالعه با نتایج برخی مطالعات انجام شده مطابقت داشت. برخی از این مطالعه‌ها عبارت‌اند از: مطالعه‌ای در غنا که در سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ نشان داد ۶۹ درصد از سی‌تی‌اسکن‌های مغز انجام شده در این کشور غیرمنطقی بوده است [۲۲-۲۸]. مطالعه‌ی صادقی و همکاران (۲۰۱۵) که نشان داد از ۴۵۲ MRI مغز انجام شده، تعداد ۳۲۳ (۷۱ درصد) غیرمنطقی بوده است [۲۹] و مطالعه‌ی سعادت و همکاران (۲۰۰۵) در تهران که نشان داد از کل گزارش‌های MRI، ۸۲/۸ درصد غیرمنطقی و ۱۷/۲ درصد منطقی بوده است [۳۰]. در تمام این مطالعات، میزان تجویزهای غیرمنطقی MRI و سی‌تی‌اسکن بیشتر از تجویزهای منطقی بوده است.

مرور متون علمی نشان می‌دهد که عوامل مختلفی در تجویزهای نامناسب و غیرمنطقی سی‌تی‌اسکن و MRI دخیل‌اند که از جمله می‌توان به مواردی نظیر مخاطرات اخلاقی اشاره کرد که خود ناشی از مواردی چون عدم توازن اطلاعات به‌خصوص از طرف پزشکان، نظام بیمه و شیوه‌ی پرداخت است [۷-۱۰]. همچنین، در بسیاری از کشورها، سوءظنی وجود دارد درباره‌ی اینکه نیروهای مختلفی بر استفاده‌ی بیش از حد و تجویزهای

جدول ۴ بار مالی ناشی از MRI و سی‌تی‌اسکن مغز کودکان مبتلا به سردرد مراجعه‌کننده به بیمارستان نمازی شیراز را نشان می‌دهد که بر اساس نتایج آن، از ۵۴ MRI مغز انجام شده، ۴۰ MRI با تزریق بوده و ۱۴ مورد بدون تزریق انجام شده است. از بین ۴۰ MRI مغزی که با تزریق صورت گرفته است، ۱۲ مورد اندیکاسیونی نداشته‌اند و از بین ۱۴ مورد MRI که بدون تزریق صورت گرفته است، ۹ مورد فاقد اندیکاسیون بوده‌اند؛ بنابراین، بار مالی ناشی از استفاده‌ی غیرمنطقی از MRI «بدون تزریق»، «با تزریق» و کل MRIها به ترتیب ۱۱،۱۱۵،۵۶۶، ۵۴،۵۶۸،۶۴۰ و ۶۵،۶۸۴،۲۰۶ ریال بود. همچنین، از مجموع ۸۱ سی‌تی‌اسکن انجام شده، ۷۸ مورد بدون تزریق و ۳ مورد همراه با تزریق بوده است و از این بین، فقط در بین سی‌تی‌اسکن‌های بدون تزریق، ۳۴ مورد بدون اندیکاسیون انجام شده است؛ بنابراین، بار مالی ناشی از استفاده‌ی غیرمنطقی از سی‌تی‌اسکن «بدون تزریق»، «با تزریق» و کل سی‌تی‌اسکن‌ها به ترتیب ۲۶،۹۳۰،۱۷۶، ۶۵،۶۸۴،۲۰۶ و ۹۲،۶۱۴،۳۸۲ ریال بود و در نهایت، مجموع بار مالی ناشی از MRI و سی‌تی‌اسکن کودکان مبتلا به سردرد برابر با ۱۵۸،۲۹۸،۵۸۸ ریال بود.

بحث

استفاده‌ی منطقی از MRI و سی‌تی‌اسکن هم از نظر پزشکی و هم از نظر اقتصادی، بسیار مهم است و تجویز غیرمنطقی آن‌ها می‌تواند به پیامدهای نامطلوب برای بیماران منجر شود و بار مالی زیادی را بر بیماران، پرداخت‌کنندگان و سیستم‌های بهداشتی تحمیل کند؛ بنابراین، میزان

جندی شاپور

کاوسی و همکاران (۲۰۱۷) در شیراز، نشان دادند که بار مالی MRIهای مغز غیرمنطقی انجام شده برابر با ۹۹۹۸۸ دلار امریکا بوده است [۲۳]. صادقی و همکاران (۲۰۱۵) نیز هزینه‌ی MRIهای غیرمنطقی را ۱۶۶،۴۲۸،۴۰۴ ریال برآورد کردند [۲۹].

محدودیت‌های مطالعه

از جمله محدودیت‌های اصلی مطالعه‌ی حاضر تعداد کم مطالعات مشابه در زمینه‌ی مناسبیت تجویزهای MRI و سی‌تی‌اسکن مغزی کودکان، عوامل مرتبط و بار مالی آن بود که امکان انجام مقایسه در خصوص نتایج مطالعه را فراهم نساخت. محدودیت اصلی دیگر این است که ما تنها هزینه‌های مالی مستقیم پزشکی MRI و سی‌تی‌اسکن مغز را محاسبه کردیم و بار اقتصادی جامع آن‌ها (مانند کاهش بهره‌وری، هزینه‌ی حمل‌ونقل و هزینه‌ی غذا) مطالعه نشد. همچنین، نتوانستیم مطمئن شویم که آیا معاینه‌ی عصبی کاملی برای همه‌ی بیماران انجام شده است یا خیر؛ زیرا هیچ نشانه‌ای از آن در مدارک ارجاع بیماران وجود نداشت و اغلب تجویزهای MRI و سی‌تی‌اسکن اغلب تجویزهای ام آر آی و سی تی اسکن توسط پزشکان فاقد درج اندیکاسیون مربوطه و یا شرح حال و معاینه بالینی از بیماران بود.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که بیش از ۹۰ درصد از MRIها و سی‌تی‌اسکن‌های تجویز شده در کودکان مبتلا به سردرد غیرمنطقی است که این مسئله علاوه بر اینکه بیماران را در معرض تشعشعات یونیزان غیرضروری قرار می‌دهد، می‌تواند باعث ایجاد سرطان و هزینه‌های غیرضروری شود. لذا، توصیه می‌شود از دستورالعمل‌های بالینی مؤثر برای تجویز استفاده شود.

توصیه‌ها

آموزش و استفاده‌ی منظم از دستورالعمل‌های ارجاع به‌روز توسط پزشکان ارجاع‌دهنده و کارکنان بخش رادیولوژی می‌تواند به کاهش تجویز غیرمنطقی کمک کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تأییدیه اخلاق برای جمع‌آوری و انجام پژوهش از طریق کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی شیراز با کد IR.SUMS.MED.REC.1398.576 انجام شد.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه‌ی مقطع دکتری رشته‌ی پزشکی عمومی

غیرمنطقی تأثیر می‌گذارند؛ مانند مشوق‌های مالی، خودارجاعی و پزشکی تدافعی، به این معنی که ارائه‌دهندگان ممکن است به دلیل اعمال نابجای روش‌های درمانی یا تشخیص بیماری‌های خاص، متحمل خسارت شوند و لذا برای کاهش این خطر و جبران خسارات، ارائه‌دهندگان روش‌های درمانی و تست‌های غیر ضروری را اعمال کنند [۳۱-۳۲]. از جمله عوامل تأثیرگذار دیگری که میزان استفاده از خدمات MRI و افزایش موارد غیرضروری آن را به دنبال خواهد داشت، عبارت‌اند از: افزایش عرضه و تقاضای خدمات MRI [۲۸]. ترس از تشخیص اشتباه و ترس از مسئولیت پزشکی، خواسته‌ها و اضطراب بیماران، تفاوت‌های منطقه‌ای در شیوه‌ی عمل و تجربه و آموزش پزشک در استفاده‌ی مناسب از روش‌های تصویربرداری جدیدتر، افزایش تعداد رادیولوژیست‌ها، دسترسی به خدمات MRI و رفتار پزشکان در ایجاد تقاضای القایی [۳۳-۳۵].

در مقابل، مطالعه‌ی کاوسی و همکاران (۲۰۱۷) در شیراز نشان داد که ۲۱/۶ درصد از MRIهای مغز انجام شده غیرمنطقی بودند [۲۳]. اویکرین و همکاران (۲۰۱۳) در فنلاند نشان دادند که از هر ۳۰ آزمایش MRI مغز انجام شده، یک مورد غیرمنطقی بوده است. به عبارتی، حدود ۷ درصد از تمام ۱۵۰ MRI مغز انجام شده برای کودکان غیرمنطقی بوده است [۳۶]. بوته و همکاران در لوکزامبورگ (۲۰۱۶) نشان دادند که میزان منطقی بودن نرخ درخواست‌های MRI (۷۹ درصد) نسبت به درخواست‌های سی‌تی‌اسکن (۶۱ درصد) به‌طور قابل توجهی بالاتر بود [۳۷]. تسوشیما و همکاران (۲۰۰۵) در ژاپن نشان دادند که ۴۵ درصد MRIهای انجام شده غیرمنطقی و ۵۵ درصد منطقی بوده است [۳۸]. در سایر مطالعات انجام شده نیز میزان تجویزهای غیرمنطقی MRI ۱۶ درصد و ۱۸/۲۳ درصد ذکر شده بود [۳۹-۴۰] که با نتایج مطالعه‌ی ما همخوانی نداشت.

یافته‌ها نشان داد که بین مناسبیت تجویز MRI و سی‌تی‌اسکن و وضعیت اندیکاسیون و بیمه رابطه‌ی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. هرچند تاکنون، در این خصوص مطالعه‌ای انجام نشده است و لذا امکان مقایسه‌ی نتایج وجود ندارد. از دلایل احتمالی آن می‌توان به این نکته اشاره کرد که بیمه در ابتدا، باعث افزایش تقاضا و کمتر شدن حساسیت بیماران در برابر قیمت می‌شود، همچنین مخاطره‌ی اخلاقی بیماران در نتیجه‌ی بیمه شدن نیز می‌تواند از دلایل افزایش تجویز و استفاده‌ی غیرمنطقی از خدمات تصویربرداری شود [۷-۱۰].

با توجه به اطلاعات به‌دست آمده از این پژوهش، مجموع بار مالی ناشی از MRI و سی‌تی‌اسکن کودکان مبتلا به سردرد در بیمارستان نمازی شیراز برابر با ۱۵۸،۲۹۸،۵۸۸ ریال در سال ۱۳۹۹ بوده است که با توجه به کمبود و اهمیت منابع در بخش بهداشت و درمان، باید پزشکان در تجویز MRI دقت بیشتری کنند.

است که از حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی شیراز برخوردار بوده است.

مشارکت نویسندگان

ایده‌ی کلی: خ.ک، ح.ن، اش

طراحی پژوهش: خ.ک، ح.ن، اش

جمع‌آوری داده‌ها: م.ص، م.ع

تحلیل داده‌ها: خ.ک، م.ص، م.ع

نگارش و اصلاح مقاله: خ.ک، ح.ن، م.ص، م.ع، اش

تعارض منافع

نویسندگان تصریح می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافی در مطالعه‌ی حاضر وجود ندارد.

تشکر و قدردانی

مطالعه‌ی حاضر حاصل طرح پژوهشی زیر نظر معاونت پژوهشی دانشکده‌ی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی شیراز با دریافت کد اخلاق با شماره‌ی IR.SUMS.MED.REC.1398.576 است. بدین‌وسیله، از دانشگاه علوم پزشکی شیراز و به‌ویژه پرسنل بیمارستان نمازی که در اجرای این پژوهش ما را یاری کردند، تقدیر و تشکر می‌شود.

References

- [1] Dumas MD, Pexman JH, Kreeft JH. Computed tomography evaluation of patients with chronic headache. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*. 1994;151(10):1447-52. [PMID] [PMCID]
- [2] Tavasoli A, Aghamohammadpoor M, Taghibeigi M. Migraine and tension-type headache in children and adolescents presenting to neurology clinics. *Iranian Journal of Pediatrics*. 2013;23(5):536-40. [PMID] [PMCID]
- [3] Trofimova A, Vey BL, Mullins ME, Wolf DS, Kadom N. Imaging of children with nontraumatic headaches. *American Journal of Roentgenology*. 2018;210(1):8-17. [DOI: 10.2214/AJR.17.18561] [PMID]
- [4] Mattson MP, Duan W, Pedersen WA, Culmsee C. Neurodegenerative disorders and ischemic brain diseases. *Apoptosis*. 2001;6(1-2):69-81. [DOI: 10.1023/a:1009676112184] [PMID]
- [5] Klunk WE, Engler H, Nordberg A, Wang Y, Blomqvist G, Holt DP, et al. Imaging brain amyloid in Alzheimer's disease with Pittsburgh Compound-B. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*. 2004;55(3):306-19. [DOI: 10.1002/ana.20009] [PMID]
- [6] Smith-Bindman R, Miglioretti DL, Johnson E, Lee C, Feigelson HS, Flynn M, et al. Use of diagnostic imaging studies and associated radiation exposure for patients enrolled in large integrated health care systems, 1996-2010. *Jama*. 2012;307(22):2400-9. [DOI: 10.1001/jama.2012.5960] [PMID] [PMCID]
- [7] Bremberg S, Nilstun T. Justifications of physicians' choice of action: attitudes among the general public, GPs, and oncologists in Sweden. *Scandinavian journal of primary health care*. 2005;23(2):102-8. [DOI: 10.1080/02813430510018455] [PMID]
- [8] Chrysanthopoulou A, Kalogeropoulos A, Terzis G, Georgiopoulou V, Kyriopoulos J, Siablis D, et al. Trends and future needs in clinical radiology: insights from an academic medical center. *Health Policy*. 2007;80(1):194-201. [DOI: 10.1016/j.healthpol.2006.03.007] [PMID]
- [9] Espeland A, Baerheim A. Factors affecting general practitioners' decisions about plain radiography for back pain: implications for classification of guideline barriers—a qualitative study. *BMC Health Services Research*. 2003;3(1):8. [DOI: 10.1186/1472-6963-3-8] [PMID] [PMCID]
- [10] Forman HP. MRI and CT imaging: how fast can reimbursement be cut?. *AJR. American journal of roentgenology*. 2006; 187(3):601-2. [DOI: 10.2214/AJR.06.0915] [PMID]
- [11] Khorasani E, Keyvanara M, Karimi S, Jazi MJ. Views of health system experts on macro factors of induced demand. *International journal of preventive medicine*. 2014;5(10):1286-98. [PMID] [PMCID]
- [12] Murthy VN, Okunade AA. Determinants of US health expenditure: Evidence from autoregressive distributed lag (ARDL) approach to cointegration. *Economic Modelling*. 2016;59:67-73. [DOI: 10.1016/j.econmod.2016.07.001]
- [13] World Health Organization. Key components of a well functioning health system. World Health Organization. 2010. [Link]
- [14] Willemé P, Dumont M. Machines that go 'ping': medical technology and health expenditures in OECD countries. *Health economics*. 2015;24(8):1027-41. [DOI: 10.1002/hec.3089] [PMID]
- [15] Palesh M, Fredrikson S, Jamshidi H, Tomson G, Petzold M. How is magnetic resonance imaging used in Iran?. *International journal of technology assessment in health care*. 2008;24(4):452-8. [DOI: 10.1017/S0266462308080598] [PMID]
- [16] Levy G, Blachar A, Goldstein L, Paz I, Olsha S, Atar E, et al. Nonradiologist utilization of American College of Radiology Appropriateness Criteria in a preauthorization center for MRI requests: applicability and effects. *American Journal of Roentgenology*. 2006;187(4):855-8. [DOI: 10.2214/AJR.05.1055] [PMID]
- [17] Freudenberg LS, Beyer T. Subjective perception of radiation risk. *Journal of Nuclear Medicine*. 2011;52(Supplement 2):29S-35S. [DOI: 10.2967/jnumed.110.085720] [PMID]
- [18] Royal HD. Effects of low level radiation—what's new?. *InSeminars in nuclear medicine*. 2008;38(5):392-402. [DOI: 10.1053/j.semnuclmed.2008.05.006] [PMID]
- [19] Sari AA, Nejat S, Mobinizadeh MR, Khabiri R. Estimation of the costs of MRI 3 Tesla and MRI 1.5 Tesla in Iran, for the purpose of comparison. *Scientific Journal of Kurdistan University of Medical Sciences*. 2012;17(1):71-81. [Link]
- [20] Gransjøen AM, Wiig S, Lysdahl KB, Hofmann BM. Barriers and facilitators for guideline adherence in diagnostic imaging: an explorative study of GPs' and radiologists' perspectives. *BMC health services research*. 2018;18(1):1-8. [DOI: 10.1186/s12913-018-3372-7] [PMID] [PMCID]
- [21] Bayati M, Ahari AM, Badakhshan A, Gholipour M, Joulaei H. Cost analysis of MRI services in Iran: an application of activity based costing technique. *Iranian Journal of Radiology*. 2015;12(4): e18372. [DOI: 10.5812/iranjradiol.18372v2] [PMID] [PMCID]
- [22] Gorleku PN, Dzeffi-Tettey K, Edzie EK, Setorglo J, Pierson AD, Ofori IN, et al. The degree and appropriateness of computed tomography utilization for diagnosis of headaches in Ghana. *Heliyon*. 2021;7(4):e06722. [DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e06722] [PMID] [PMCID]
- [23] Kavosi Z, Sadeghi A, Lotfi F, Salari H, Bayati M. The inappropriateness of brain MRI prescriptions: a study from Iran. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*. 2021;19(1):1-6. [DOI: 10.1186/s12962-021-00268-6] [PMID] [PMCID]
- [24] Okunade AA, Murthy VN. Technology as a 'major driver' of health care costs: a cointegration analysis of the Newhouse conjecture. *Journal of health economics*. 2002;21(1):147-59. [DOI: 10.1016/s0167-6296(01)00122-9] [PMID]
- [25] Salari H, Ravanbod MR, Akbari Sari A, Farzanegan G, Esfandiari A. Developing appropriate indications for prescriptions of brain MRI using RAND appropriateness method. *Evidence Based Health Policy, Management and Economics*. 2017;1(4):205-10. [Link]
- [26] Olscamp GC. Squire's Fundamentals of Radiology. *CMAJ*. 1998;158(8):1074. [PMCID]
- [27] Jame SZ, Majdzadeh R, Sari AA, Rashidian A, Arab M, Rahmani H. Indications and overuse of computed tomography in minor head trauma. *Iranian Red Crescent Medical Journal*. 2014;16(5):e13067. [DOI: 10.5812/ircmj.13067] [PMID] [PMCID]

- [28] Piersson AD, Nunoo G, Gorleku PN. An audit of clinical practice, referral patterns, and appropriateness of clinical indications for brain MRI examinations: a single-centre study in Ghana. *Radiography*. 2018;24(2):e25-e30. [DOI: 10.1016/j.radi.2017.10.004] [PMID]
- [29] Sadeghi A, Keshavarz K, Ahmadzadeh MS, Yousefi A. Survey of appropriate use of magnetic resonance imaging services provided in Shahid Chamran Hospital of Shiraz. *Journal of health research in community*. 2015;1(3):33-40. [Link]
- [30] Saadat S, Ghodsi SM, Firouznia K, Etmnan M, Goudarzi K, Naieni KH. Overuse or underuse of MRI scanners in private radiology centers in Tehran. *International Journal of technology assessment in health care*. 2008;24(3):277-81. [DOI: 10.1017/S0266462308080379] [PMID]
- [31] Hendee WR, Becker GJ, Borgstede JP, Bosma J, Casarella WJ, Erickson BA. et al. Addressing overutilization in medical imaging. *Radiology*. 2010;257(1):240-5. [DOI: 10.1148/radiol.10100063] [PMID]
- [32] Lehnert BE, Bree RL. Analysis of appropriateness of outpatient CT and MRI referred from primary care clinics at an academic medical center: how critical is the need for improved decision support?. *Journal of the American College of Radiology*. 2010;7(3):192-7. [DOI: 10.1016/j.jacr.2009.11.010] [PMID]
- [33] Gardiner FW, Zhai S. Are all after-hours diagnostic imaging appropriate? An Australian Emergency Department pilot study. *Annals of Medicine and Surgery*. 2016;12:75-8. [DOI: 10.1016/j.amsu.2016.11.019] [PMID] [PMCID]
- [34] Moriarity AK, Klochko C, O'Brien M, Halabi S. The effect of clinical decision support for advanced inpatient imaging. *Journal of the American College of Radiology*. 2015;12(4):358-63. [DOI: 10.1016/j.jacr.2014.11.013] [PMID]
- [35] Siström CL. The appropriateness of imaging: a comprehensive conceptual framework. *Radiology*. 2009;251(3):637-49. [DOI: 10.1148/radiol.2513080636] [PMID]
- [36] Oikarinen H, Karttunen A, Pääkkö E, Tervonen O. Survey of inappropriate use of magnetic resonance imaging. *Insights into imaging*. 2013;4(5):729-33. [DOI: 10.1007/s13244-013-0276-2] [PMID] [PMCID]
- [37] Bouëtté A, Karoussou-Schreiner A, Ducou Le Pointe H, Grieten M, de Kerviler E, Rausin L. et al. National audit on the appropriateness of CT and MRI examinations in Luxembourg. *Insights into imaging*. 2019;10(1):54. [DOI: 10.1186/s13244-019-0731-9] [PMID] [PMCID]
- [38] Tsushima Y, Endo K. MR imaging in the evaluation of chronic or recurrent headache. *Radiology*. 2005;235(2):575-9. [DOI: 10.1148/radiol.2352032121] [PMID]
- [39] Barzin M, Alaei AR, Gholian Jooibari S. MRI findings in patients with headache referred to Imam Khomeini Hospital, Sari, Iran, from October 2007 to February 2009. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 2010;20(75):65-9. [Link]
- [40] Cooney BS, Grossman RI, Farber RE, Goin JE, Galetta SL. Frequency of magnetic resonance imaging abnormalities in patients with migraine. *Headache: The Journal of Head and Face Pain*. 1996;36(10):616-21. [DOI: 10.1046/j.1526-4610.1996.3610616.x] [PMID]