

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Evaluation of Human Errors among Nurses Using Predictive Analysis of Cognitive Errors and Human Event Analysis Techniques: Case study of the Specific Responsibilities of the Cardiac Intensive Care Unit

Gholam Abbas Shirali¹, Davood Afshari¹, Sanaz Karimpour^{2,*}

¹ Department of Occupational Health Engineering, School of health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

² Department of Occupational Health Engineering, School of health, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

Received: 2018-12-24

Accepted: 2020-06-30

ABSTRACT

Introduction: Considering the accreditation of international standards of hospitals and the necessity to improve the safety and quality of patients' care, this study aimed at evaluating reliability among nurses using predictive analysis of cognitive errors and human event analysis techniques.

Material and Methods: The analysis of nurses' tasks was done by HTA method. Then, the types of errors and their causes were identified by TRACER method. In the next step, the error probability of each task was calculated by ATHEANA method. In order to calculate the probability of total event, the probability of human error was imported to probabilistic risk assessment.

Results: Factors affecting performance of the nurses were included: the complexity of the work, high workload, nurse's experience, work environment design, fatigue, anxiety, shortage of the workforce, insufficient time period for doing job, sleep disturbance, and poor lighting and noise pollution. According to the instruction of ATHEANA method, the error probability for each base event was considered 0.001. Given that there are 15 base events, the probability of human error in the heart attack event was calculated 0.015.

Conclusion: The finding of this study was indicated the need for providing required nursing workforce, reducing overtime, scientific planning for nurses' work shifts and giving practical training and stress management methods in the emergency conditions.

Keywords: Reliability, Cognitive Errors, Human event analysis, Nurses

1. INTRODUCTION

Currently, the portion of human error in the occurrence of accidents is reported to be 70 to 90 percent and it's known as one of the main causes of accidents. Medical errors are the third leading cause of death in the United States. Errors in healthcare systems accompanied with their related costs is a global problem that has serious consequences for the patient, but it is preventable and requires serious

attention. According to international standards of hospital accreditation and the need to improve patient safety and quality of care, this study was conducted to evaluate human errors among nurses using a technique for the retrospective analysis of cognitive errors (TRACER) and human event analysis techniques.

2. MATERIAL AND METHODS

The data of this study were collected by observing

* Corresponding Author Email: sanaz.karimpour@yahoo.com



the work stations, individuals and interviewing the head nurse and nurses. Participants included all nurses of units under the study. Assessment of nurses' tasks was performed by HTA technique. In order to perform the task analysis among nurses in each ward, 4 main tasks (including: monitoring and investing, editing reports, specific responsibilities of unit and equipment responsibility) and 58 sub-tasks were investigated. Then, the types of errors and their causes were identified by TRACER method. In this context, the errors which were identified by the TRACER technique were evaluated in the three wards, i.e., emergency, delivery emergency and cardiac intensive care. Further information was collected by interviewing with nurses of each shift and observing their activities in different wards. Accordingly, the cardiac intensive care was selected as the most critical unit to implement the ATHEANA technique. In order to calculate the probability of the main event, first, the error probability of basic events was calculated according to the ATHEANA technique instruction and then, to calculate the probability of the total error, the total probability of the baseline errors was determined

3. RESULTS AND DISCUSSION

Task analysis was performed for each nurses' task in each ward. The TRACER method showed that the complexity of the work, high workload, nurses' experience, work environment layout, fatigue, anxiety, shortage of the workforce, insufficient time period for doing job, sleep disturbance, and poor lighting and noise pollution were the most important factors in making errors. The error probability value for each baseline events was 0.001 according to the ATHEANA method guidelines. Given that there were 15 basic events, the value of the human error probability in the heart attack event was finally calculated as 0.015. The number of studies conducted in the field of human error has been growing in the last ten years, and human error research is a vital part of the safety management system research. However, a significant percentage of studies have been conducted specifically on critical wards of hospitals using different techniques. In the present study, insufficient time available, personality traits of individuals and some unsafe practices performed by nurses are amongst the factors affecting human error. Therefore, in order to reduce the likelihood of human error in nurses, efforts should be made to reduce these factors.

Table 1. An example of the results of performing HTA technique in the Cardiac Intensive Care Unit

| Sub-Tasks | Tasks |
|---|---|
| Monitor patient mobility | Monitoring and Investing |
| Controlling the patient's level of consciousness | |
| Getting a patient's medical history | |
| Data entry in the comprehensive hospital system | Editing reports |
| Record vital signs | |
| Provide reports | Special responsibilities of unit |
| Giving injectable drugs | |
| Blood transfusions and its products | |
| Giving oral medications | |
| Provide a report to the treating physician | |
| Immediate action against dysrhythmia | |
| Adjust and apply DC shock in emergency cases | |
| Giving oxygen | |
| Heart monitoring | |
| Gastric catheterization | |
| Provide the patient's excretory needs | |
| Trainings provided before, during and after hospitalization | |
| Announce the code and start cardiopulmonary resuscitation | |
| Check and maintain water balance and electrolytes in the body | |
| Care before and after angiography | |
| Do intubation in emergency cases | |
| Electrocardiography | Equipment responsibility |
| Maintenance of equipment | |
| Working with an electrocardiographic device | |

Table 2. Outcome of ATHEANA Techniques in Patient Heart Attack Event - Cardiac Intensive Care Unit

| Basic event | scenario | The event under review |
|--|--|------------------------|
| High Workload | Lack of attention to alarms | Patient heart attack |
| Low experience | | |
| Anxiety | | |
| Low education | The device keys are not active | |
| Hurry | | |
| High Workload | | |
| Insufficient Focus | Lack of detection of low arterial gas | |
| Fatigue | | |
| Arrangement of markers | | |
| sleep disturbance | Lack of attention to the correct connection of interface wires | |
| insufficient time period for doing job | | |
| Insufficient Focus | | |
| Stress with personality traits | Separation of the oximeter pulse from the patient's hand | |
| Low work force | | |
| Failure to follow the principles of work | | |

Examination of other factors influencing human error in the present study shows that factors such as: mental / distraction, misunderstanding, habit penetration, learning errors, perceptual confusion, saturation of memory ability, lack of knowledge, insufficient learning and incorrect knowledge increase the likelihood of error. Also, in the present study, nurses play an important role in diagnosing, interrupting and recovering errors, which is in line with the study of Gaffney et al. Improvement of hospital management systems, proper planning and reporting system, regular and legible registration of orders and special forms, attention to personal and occupational factors such as: age, gender, marital status and number of night work in adjustment of shift working, reducing workload, providing continuous nursing training, raising awareness, information and the level of clinical skills of nurses, increasing motivation and improving working conditions, as well as the use of up-to-date and advanced equipment and technologies play a very important role in preventing errors.

4. CONCLUSIONS

Considering the results of this study which have led to the identification and determination of various human errors, the probability of their occurrence and also the role of different conditions affecting the performance of nurses in their tasks; it can be concluded that ergonomic interventions, enough time to do work, lack of intellectual activities and staff training may reduce the risk of human error in the hospitals under study. Furthermore, hospital management can help to reduce errors with certain measures such as: increasing workforce, reducing overtime, and scientific planning of nurses' work shifts and providing practical training as well as stress control methods in case of emergency. Finally, improving working conditions can be led to reduce errors and mistakes in nurses' tasks.

5. ACKNOWLEDGMENT

The study was founded by Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences (AJUMS).

ارزیابی خطاهای انسانی در میان پرستاران با استفاده از دو تکنیک آنالیز پیش بینانه خطاهای شناختی و تحلیل رویداد انسانی (مطالعه موردی: وظیفه مسئولیت های خاص بخش مراقبت های ویژه قلب)

غلامعباس شیرالی^۱، داوود افشاری^۱، ساناز کریم پور^{۲*}

^۱ گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.
^۲ گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۳، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۴/۱۰

چکیده

مقدمه: باتوجه به استانداردهای بین المللی اعتباربخشی بیمارستان ها و لزوم بهبود ایمنی و کیفیت مراقبت از بیماران، این مطالعه باهدف ارزیابی قابلیت اطمینان پرستاران با استفاده از دو تکنیک آنالیز پیش بینانه خطاهای شناختی و تحلیل رویداد انسانی انجام شده است.

روش کار: آنالیز وظایف پرستاران بوسیله تکنیک HTA انجام گردید. سپس انواع خطاها و علل بروز آنها توسط روش TRACER شناسایی شد. در گام بعد خطاهای شناسایی شده در هرکدام از زیر وظایف بررسی شده پرستاران، در ارزیابی احتمال خطای هر وظیفه با روش ATHEANA مورد استفاده قرار گرفت. جهت محاسبه احتمال کلی رویداد نیز، احتمال رخداد خطای انسانی به مدل ارزیابی احتمالاتی ریسک وارد گردید.

یافته ها: روش TRACER نشان داد که پیچیدگی کار، بارکاری بالا، تجربه، طراحی محیط کار، خستگی، اضطراب، کم بودن نیروی کار، زمان ناکافی برای انجام کار، تداخل با خواب، صدا و روشنایی نامناسب، از فاکتورهای مهم در ایجاد خطا می باشند. مقدار احتمال خطا برای هریک از رویدادهای پایه با توجه به دستورالعمل روش ATHEANA ۰/۰۰۱ در نظر گرفته شد. با در نظر گرفتن اینکه تعداد ۱۵ رویداد پایه وجود دارد، در نهایت مقدار احتمال خطای انسانی در رویداد حمله قلبی، مقدار ۰/۰۱۵ محاسبه گشت.

نتیجه گیری: یافته های این پژوهش، نیاز به افزایش نیروی کاری، کاهش اضافه کاری ها حتی برای افرادی که داوطلبانه خواهان اضافه کاری می باشند و برنامه ریزی علمی شیفت های کاری پرستاران و ارائه آموزش های کاربردی و روشهای کنترل استرس هنگام وقوع شرایط اضطراری را مشخص می نماید.

کلمات کلیدی: قابلیت اطمینان، خطاهای شناختی، تحلیل رویداد انسانی، پرستاران

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول مکاتبه: sanaz.karimpour@yahoo.com

مراقبت و پیش‌گیری از خطاها می‌باشد (۲۴). مطالعه تنها و همکاران نیز نشان داد که به دلیل حجم بالای کار، زمان ناکافی و همچنین نیاز به رسیدگی مدیریتی بسیار دقیق و برقراری هماهنگی‌های لازم، علل عمده خطاها را می‌توان به استرس و پیچیدگی بالا در وظایف پرستاران نسبت داد (۲۵). ویور و همکاران دریافتند که کیفیت خوب خواب، باعث کاهش تداخل با خواب می‌شود و در کاهش خطاهای جزئی پرستاران نقش مهمی دارد (۲۶). در مطالعه ژانگ و همکاران عوامل محیطی مانند سر و صدا بر دقت اندازه‌گیری‌های فشار خون توسط پرستاران موثر بوده است (۲۷). تا کنون روش‌های متعددی جهت ارزیابی خطاهای انسانی و قابلیت اطمینان ارائه گردیده است که از میان این روش‌ها، تکنیک TRACER برپایه اطلاعات فاکتورهای انسانی و پردازش آن‌ها به وسیله تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی شغلی بوده و از دامنه وسیعی از علل و عوامل استفاده می‌کند و در تعیین اینکه چه خطایی می‌تواند رخ دهد و علت آن چیست، مفید می‌باشد (۲۸). این تکنیک بر مبنای اطلاعات روان‌شناسی تجربی و کاربردی، فاکتورهای انسانی و تئوری ارتباطات عمل کرده و در پیش‌بینی خطا به تحلیل‌گر کمک خواهد کرد (۳۰). تکنیک ATHEANA نیز جزء روش‌های نسل دوم قابلیت اطمینان می‌باشد و توجه ویژه‌ای به عوامل تاثیرگذار بر عملکرد فرد دارد و به بررسی شرایط ایجاد خطا که احتمال رخداد خطای انسانی را افزایش می‌دهد می‌پردازد و در مقایسه با تکنیک‌های نسل اول قابلیت اطمینان شرایطی را که بر عملکرد فرد تاثیر می‌گذارد به طور گسترده‌ای در نظر گرفته و در واقع به تعریف احتمال خطای انسانی می‌پردازد (۳۲، ۳۳). تمرکز اصلی تکنیک‌های نسل دوم بر محرز کردن انسان در انجام عملیات اضطراری خطا می‌باشد (۳۴). تکنیک ATHEANA در طی چند سال اخیر بسط یافته است و در مقایسه با سایر تکنیک‌های خطای انسانی پژوهش‌های کمتری از آن منتشر شده است. با در نظر گرفتن اینکه در روش TRACER نوع خطاهای مربوط به هروظیفه و علل آنها بخوبی شناسایی می‌گردد و در روش ATHEANA نیز

به دلیل آمار زیاد حوادث و علل اصلی حوادث ناگوار در کشور و حتی جهان، آنالیز قابلیت اطمینان انسان بسیار مهم و حیاتی می‌باشد. باید توجه داشت که در مطالعات انجام شده بر روی عوامل بروز حادثه در محیط کار، خطای انسانی بیشترین سهم را به خود اختصاص داده و در تمامی رویدادهای فاجعه‌بار جهانی نقش بسیار مهمی داشته است. در ایران نیز شواهد نشان دهنده اهمیت بالای خطای انسانی در بروز حوادث است. در حال حاضر سهم خطاهای انسانی در بروز حوادث ۷۰ تا ۹۰ درصد گزارش شده است و به عنوان یکی از دلایل اصلی حوادث شناخته شده است (۷-۱). خطا در بخش درمان سومین علت مرگ و میر در آمریکا گزارش شده است (۸). خطا در این بخش و هزینه‌های مربوط به آن مشکلی جهانی است که عواقب جدی برای بیمار دارد، اما قابل پیشگیری بوده و نیازمند توجه جدی است (۹). هم‌چنین با توجه به استانداردهای بین‌المللی اعتبار بخشی بیمارستان‌ها لزوم بهبود ایمنی و کیفیت مراقبت از بیماران در بیمارستان‌ها و مراکز درمانی آن‌ها احساس می‌گردد (۱۰). پرستاران در بخش‌های مختلف بیمارستان‌ها نسبت به دیگر کارکنان، زمان طولانی‌تری را با بیماران سپری می‌کنند و بیش از بقیه کارکنان مستعد انجام خطای انسانی می‌باشند (۱۱). عواقب ناشی از خطاهای پرستاران، مستقیماً متوجه سلامت و زندگی افراد است و باعث ایجاد عدم اعتماد مردم نسبت به آن‌ها، افزایش استرس و همچنین افزایش شکایات مردم از این افراد می‌شود (۱۲). آسیب به پرسنل بخش‌های درمانی و نیز خطاهای درمانی به وسیله عواملی چون: خستگی ذهنی و جسمی، ساعات کاری غیرمعمول، استرس‌های شغلی، تجربه ناراحتی‌های اسکلتی-عضلانی، ضعف در ارتباطات بین پرسنلی، نقص در پردازش اطلاعات، نقص در تصمیم‌گیری، بی‌تجربگی، تخطی از نقش‌ها، نقص در گزارش نویسی، روش‌های اجرایی و... ایجاد شده و یا افزایش می‌یابند (۱۳-۲۳). مطالعه باوس و همکاران حاکی از تاثیر آموزش پرستاران تازه وارد در مهارت‌های

می توان احتمال خطای مربوط به هر وظیفه شناسایی شده را محاسبه نمود و نیز با توجه به اهمیت و حساسیت بالای شغل پرستاران و ارتباط مستقیم آن با سلامتی بیماران، توجه به ارزیابی خطاهای انسانی در بخش های مختلف بیمارستان ها لازم و ضروری به نظر می رسد و این مطالعه نیز با هدف ارزیابی خطاهای انسانی در میان پرستاران سه بخش (اورژانس، اورژانس زایمان و مراقبت های ویژه قلب) یک بیمارستان، با استفاده از دو تکنیک آنالیز پیش بینانه خطاهای شناختی و تحلیل رویداد انسانی انجام شده است تا بتوان با شناخت خطاهای بالقوه و بالفعل به افزایش ایمنی و سلامت بیماران و حذف یا کاهش خطاهای انسانی پرستاران کمک نمود.

روش کار

مطالعه حاضر با هدف شناسایی خطاهای انسانی در میان پرستاران سه بخش یک بیمارستان (اورژانس، اورژانس زایمان و مراقبت های ویژه قلب) با استفاده از دو تکنیک آنالیز پیش بینانه خطاهای شناختی (TRACER) و تحلیل رویداد انسانی (ATHEANA) انجام شده است. داده های این مطالعه از طریق مشاهده محل مورد نظر، افراد و دستگاه ها و مصاحبه با سرپرستار و پرستاران و نیز با توجه به کاربرد روش TRACER جمع آوری گردید. شرکت کنندگان در مطالعه تمامی پرستاران موجود در بخش های مورد بررسی بوده اند. آنالیز شغلی وظایف پرستاران با بهره گیری از تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظیفه (HTA) انجام گردید. این تکنیک با تجزیه و تحلیل فعالیت های اجرایی شروع شده و بر روی درک افراد از شغل برای دستیابی به اهدافی که می تواند ناشی از اجرای برنامه های عملیاتی یا طرح و دستورالعمل هایی که برای رسیدن به اهداف تدوین شده اند، تکیه دارد. به منظور انجام آنالیز وظایف، برای پرستاران هریخش، ۴ وظیفه اصلی (شامل: نظارت و بررسی، تدوین گزارشات، مسئولیت های خاص بخش و مسئولیت تجهیزات) و ۵۸ زیروظیفه مورد بررسی قرار گرفت. سپس انواع خطاها و علل بروز آن ها توسط روش TRACER شناسایی شد. با

استفاده از مفاهیم کلیدی روش TRACER و همچنین طرح سوالاتی از پرستاران و سرپرست شیفت، برگه های کار TRACER تکمیل گردید. در روش TRACER پس از اجرای تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظیفه، حالت بیرونی خطا (EEM) مشخص گردید، سپس دامنه بروز خطا و حالات درونی خطا (IEM) تعیین شد. در این روش از فاکتورهای عملکرد (PSFs) استفاده شده و خطای هر مرحله از وظیفه معین گردید و در نهایت مراحل بازیابی خطا پیشنهاد شد. در گام بعد با استفاده از خطاهای شناسایی شده توسط تکنیک TRACER در سه بخش مورد بررسی (اورژانس، اورژانس زایمان و مراقبت های ویژه قلب) و مصاحبه با پرستاران و سرپرستاران هر شیفت در بخش های مورد مطالعه و مشاهده فعالیت ها و دستگاه های هر بخش، یک بخش (مراقبت های ویژه قلب) به عنوان بحرانی ترین بخش، جهت اجرای تکنیک ATHEANA انتخاب گردید. در فرآیند تکنیک ATHEANA در ابتدا محدوده مورد بررسی، مشخص گردید. بدین صورت که با توجه به نتایج آنالیز سلسله مراتبی وظایف در بحرانی ترین بخش مورد مطالعه، یک رویداد یعنی رویداد حمله قلبی بیمار به عنوان رویداد مورد بررسی جهت شناسایی سناریوهای منجر به آن انتخاب شد. در این بخش نیز چهار وظیفه اصلی شامل: نظارت و بررسی، تدوین گزارشات، مسئولیت های خاص بخش و مسئولیت تجهیزات وجود داشت. هر کدام از این وظایف اصلی به زیر وظیفه های دیگری تقسیم شد که با بررسی و مصاحبه با پرستاران و سرپرستار مربوطه، وظیفه مسئولیت های خاص بخش، به عنوان وظیفه بحرانی انتخاب گردید. در مرحله ساخت سناریوهای منجر به رویداد حمله قلبی تلاش شد که تمامی رویدادها و اعمال نایمن شناسایی شوند. هر کدام از این سناریوها دارای رویداد های پایه ای بوده که در این بخش تعیین شدند. جهت محاسبه مقدار احتمال رویداد اصلی، ابتدا مقدار احتمال خطا برای هریک از رویدادهای پایه با توجه به دستورالعمل تکنیک ATHEANA محاسبه و سپس برای محاسبه احتمال خطای کلی مجموع احتمال

خطاخیز، در احتمال شرایط خطاخیز، با توجه به فرمول زیر محاسبه گردید:

$$(HEP = \sum P(EFCi)P(UAij|EFCi))$$

که در این فرمول احتمال شرطی عمل نایمن از حاصلضرب احتمال کلی برای هر وظیفه عمومی در ضریب ذکرشده برای هریک از عوامل موثر بر عملکرد محاسبه گردیده است.

یافته ها

تجزیه و تحلیل وظیفه، برای هر یک از وظایف پرستاران هر بخش (شامل: نظارت و بررسی، تدوین گزارشات، مسئولیت های خاص بخش و مسئولیت تجهیزات) و ۵۸ زیروظیفه انجام گردید که جدول ۱ نمونه ای از انجام روش تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی وظایف در بخش مراقبت های ویژه قلب می باشد.

نتیجه تکمیل برگه های کار تکنیک TRACER برای برخی از زیروظایف وظیفه بحرانی مسئولیت های خاص بخش در بخش مراقبت های ویژه قلب بطور نمونه در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. با بررسی محیط کار و مصاحبه با پرستاران و سرپرستار تعداد ۵ سناریو به همراه دلایل بروز آن ها شناسایی گردید که عبارت اند از: عدم توجه به آلام ها، فعال نبودن کلیدهای ضروری دستگاه، عدم تشخیص پایین بودن گازهای شریانی، عدم توجه به اتصال درست سیم های رابط، جداشدن پالس اکسی متر از دست بیمار. هر کدام از این سناریوها دارای رویداد های پایه ای بوده که در جدول ۳ نشان داده شده است. جهت محاسبه مقدار احتمال رویداد اصلی، ابتدا مقدار احتمال خطا برای هریک از رویدادهای پایه با توجه به دستورالعمل تکنیک ATHEANA مقدار ۰/۰۰۱ در نظر گرفته شد. سپس برای محاسبه احتمال خطای کلی مجموع احتمال خطاهای پایه محاسبه شدند. با در نظر گرفتن اینکه تعداد ۱۵ رویداد پایه وجود دارد و احتمال بروز هریک ۰/۰۰۱ پیش بینی شده است در نهایت مقدار احتمال خطای انسانی در رویداد حمله قلبی، مقدار ۰/۰۱۵ محاسبه گشت. لیست اعمال انسانی و مقادیر احتمالات

خطاهای پایه در نظر گرفته شد. در واقع این مرحله، مشابه وارد کردن احتمال رخداد خطای انسانی به مدل ارزیابی احتمالاتی ریسک^۱ (PRA) می باشد تا احتمال کلی رویداد محاسبه گردد. مقادیر احتمالات رخداد های خطای انسانی برای اعمال پرستاران بخش مراقبت های ویژه قلب با توجه به روش ATHEANA به صورت زیر انجام شد:

در ابتدا رخداد های خطای انسانی و یا اعمال نایمن مشخص شد. رخداد های خطای انسانی در نتیجه اعمال نایمن به وجود آمده و در واقع به رخداد هر کدام از اعمال نایمن، یک رویداد خطای انسانی گفته می شود. عوامل موثر بر عملکرد دلایل اصلی ایجاد اعمال نایمن می باشند. گام بعد تعیین شرایط ایجاد خطا بود که این مرحله ترکیبی از عوامل موثر بر عملکرد و شرایط محیط مورد بررسی بوده و از طریق مصاحبه با پرستاران و سرپرستاران و بررسی محیط تعیین گردید. پس از آن به محاسبه احتمال شرایط ایجاد خطا پرداختیم. شرایط ایجاد خطا شامل دو عنصر شرایط محیط مورد بررسی و عوامل موثر بر عملکرد بوده که احتمال عوامل موثر بر عملکرد در احتمال شرطی اعمال نایمن ادغام شده است. برای محاسبه ضریب مربوط به شرایط ایجاد خطا و احتمال اسمی یا به عبارتی احتمال رویدادهای خطای انسانی (اعمال نایمن مرتبط) که در مراحل قبل شناسایی و تعریف شده اند از روش HEART استفاده شد. زیرا در این روش، فرض بر این است که قابلیت اطمینان انسان اساسا بستگی به ماهیت وظیفه ای دارد که فرد انجام می دهد. در این تکنیک ۹ گروه وظیفه عمومی به همراه ۳۸ موقعیت به وجود آورنده خطا (جدول مربوط به شرایط موثر بر عملکرد) مشخص شده است. احتمال اعمال نایمن براساس این روش و طی دو مرحله تعیین گردید. بدین صورت که در مرحله اول گروهی از وظایف کلی که مطابق با شرایط عملی است و قرار است تجزیه و تحلیل گردد تعیین شد و در مرحله دوم، احتمال رویداد خطای انسانی، با استفاده از حاصلضرب احتمال شرطی عمل نایمن با توجه به شرایط

1 Probabilistic Risk Assessment

جدول ۱. نمونه ای از نتایج انجام تکنیک HTA در بخش مراقبت های ویژه قلب

| وظایف | زیروظایف |
|---------------------|--|
| نظارت و بررسی | نظارت بر تحرک بیمار |
| | کنترل سطح هوشیاری بیمار |
| | گرفتن تاریخچه پزشکی بیمار |
| تدوین گزارشات | ثبت داده ها در سیستم جامع بیمارستانی |
| | ثبت علائم حیاتی |
| | ارائه گزارشات |
| مسئولیت های خاص بخش | دادن داروهای تزریقی |
| | تزریق خون و فراورده های آن |
| | دادن داروهای خوراکی |
| | ارائه گزارش به پزشک معالج |
| | اقدامات فوری درمقابل دیس ریتمی |
| | شوک در موارد ضروری DC تنظیم و به کارگیری |
| | اکسیژن رسانی |
| | مانیتورینگ قلب |
| | سونداژ گذاری معده |
| | تامین نیازهای دفعی بیمار |
| | آموزش های پیش، حین و پس از بستری |
| | اعلام کد و شروع اقدامات احیاء قلب و ریه |
| | بررسی و حفظ تعادل آب و الکترولیت های بدن |
| | مراقبت های قبل و بعد از آنژیوگرافی |
| | انجام اینتوباسیون در موارد ضروری |
| الکتروکاردیوگرافی | |
| مسئولیت تجهیزات | حفظ و نگهداری تجهیزات بخش |
| | کار با دستگاه الکتروکاردیوگراف |

جدول ۲. نمونه ای از نتیجه انجام تکنیک TRACer برای برخی از زیروظایف وظیفه بحرانی مسئولیت های خاص بخش در بخش مراقبت های ویژه قلب

| برگه کار TRACER | | | | نام وظیفه شغلی اصلی: مسئولیت های خاص بخش | | |
|-----------------------------|--|---|---|--|--------------------------|--------------------------------|
| مرحله وظیفه | حالات خطای بیرونی (EEM) | حالات خطای درونی (IEM) | مکانیسم روانشناختی خطا | فاکتورهای عملکرد (PFs) | شناسایی خطا | بازبینی خطا |
| دادن داروهای تزریقی | دیر تشخیص دادن عمل در جهت اشتباه عمل انجام نشود عمل خیلی دیر انجام شود اطلاعات ناواضح، ناکامل و نادرست ثبت شده اطلاعات ثبت نشده | -تشخیص ندادن بصری علائم -اشتباه درک کردن بصری علائم -شناسایی نکردن -دیر شناسایی کردن -فراموش کردن انجام عمل -فراموش کردن اطلاعات ذخیره شده | -مشغولیت ذهنی/حواس پرتی -اشتباه فهمیدن -نفوذ عادت -یادگیری اشتباه -بیخود شدن ادراکی | -بارکاری بالا -تجربه -فاکتور شخصی (هوشیاری، خستگی، تمرکز، مهارت ذهنی، اضطراب) -فاکتور سازمانی (زمان ناکافی برای انجام کار، تداخل با خواب) | مشاهده فرد دستور پزشک | پرستار سرپرستار بخش پزشک |
| ارائه گزارشات به پزشک معالج | -گزارش ناواضح، ناکامل -ثبت نادرست گزارشات -اطلاعات ثبت نشده | -اشتباه به یاد آوردن اطلاعات ذخیره شده -فراموش کردن اطلاعات ثبت شده -تشخیص ندادن اطلاعات ذخیره شده -فراموش کردن انجام عمل | -مشغولیت ذهنی/حواس پرتی -اشتباه فهمیدن -نفوذ عادت -یادگیری اشتباه -بیخود شدن ادراکی | بارکاری بالا -تجربه -فاکتور شخصی (هوشیاری، خستگی، تمرکز، مهارت ذهنی، اضطراب) -فاکتور سازمانی (زمان ناکافی برای انجام کار، تداخل با خواب) | ثبت در پرونده | پرستار سرپرستار بخش پزشک |

جدول ۳. نتیجه انجام تکنیک ATHEANA در رویداد حمله قلبی بیمار-بخش مراقبت های ویژه قلب

| رویداد مورد بررسی | سناریو | رویداد پایه |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| حمله قلبی بیمار | عدم توجه به آلام ها | بارکاری بالا |
| | | تجربه کم |
| | | اضطراب |
| | فعال نبودن کلیدهای ضروری دستگاه | آموزش کم |
| | | عجله |
| | | بارکاری بالا |
| | عدم تشخیص پایین بودن گازهای شریانی | عدم تمرکز کافی |
| | | خستگی |
| | | چیدمان نشانگرها |
| | عدم توجه به اتصال درست سیم های رابط | تداخل با خواب |
| | | زمان ناکافی برای انجام کار |
| | | عدم تمرکز کافی |
| | جداشدن پالس اکسی متر از دست بیمار | استرس با ویژگی های شخصیتی |
| کم بودن نیروی کار | | |
| عدم رعایت اصول کار | | |

جدول ۴. مقادیر احتمالات رخدادهای خطای انسانی برای اعمال پرستاران بخش مراقبت های ویژه قلب

| اقدام انسانی | شرایط خطا خیز | احتمال اسمی | احتمال شرایط خطا خیز | احتمال اعمال ناپایم با توجه به شرایط خطا خیز | احتمال رخداد خطای انسانی |
|---|---------------|-------------|----------------------|--|--------------------------|
| تشخیص ندادن پایین بودن گازهای شریانی | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۷۵ | ۰.۳۴ | ۰.۲۵۵ |
| تشخیص ندادن پایین بودن دمای محیط | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۰۱ | ۰.۳۴ | ۰.۰۰۳۴ |
| فعال نبودن کلید mark event بمنظور بررسی تاثیر دارو روی بیمار | ۱.۳ | ۰.۱۶ | ۰.۰۴۹ | ۰.۲۰۸ | ۰.۰۱۰۲ |
| عدم توجه به آلام های بصری دستگاه | ۱.۲ | ۰.۱۶ | ۰.۰۱۹ | ۰.۱۹۲ | ۰.۰۰۳۸ |
| فعال نبودن کلید pace روی مانیتور | ۱.۳ | ۰.۱۶ | ۰.۰۴۹ | ۰.۲۰۸ | ۰.۰۱۰۲ |
| عدم تشخیص بالا بودن گازهای شریانی | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۰۱ | ۰.۳۴ | ۰.۰۰۳۴ |
| عدم تشخیص بالا بودن فشار خون | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۰۱ | ۰.۳۴ | ۰.۰۰۳۴ |
| تشخیص ندادن پایین بودن فشار خون | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۰۱ | ۰.۳۴ | ۰.۰۰۳۴ |
| عدم توجه به اتصال درست سیم های رابط | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۱۶۱ | ۰.۳۴ | ۰.۰۰۵۵ |
| عدم تشخیص بالا بودن تعداد تنفس | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۰۱ | ۰.۳۴ | ۰.۰۰۳۴ |
| عدم تشخیص پایین بودن تعداد تنفس | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۰۱ | ۰.۳۴ | ۰.۰۰۳۴ |
| جداشدن پالس اکسی متر از دست بیمار | ۱.۲ | ۰.۱۶ | ۰.۰۱۹ | ۰.۱۹۲ | ۰.۰۰۳۸ |
| عدم تشخیص بالا بودن ضربان قلب | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۷۵ | ۰.۳۴ | ۰.۲۵۵ |
| عدم تشخیص پایین بودن ضربان قلب | ۱۷ | ۰.۰۲ | ۰.۴۵۵ | ۰.۳۴ | ۰.۱۵۵ |
| مناسب نبودن جای چست لیدها | ۶ | ۰.۰۲ | ۰.۶۴۱ | ۰.۱۲ | ۰.۰۷۷ |
| تشخیص ندادن آلام های شنیداری دستگاه | ۱.۲ | ۰.۱۶ | ۰.۸۰۷ | ۰.۱۹۲ | ۰.۱۵۵ |

انجام شده در حیطه خطای انسانی در ده سال اخیر رو به رشد است و تحقیقات خطای انسانی بخشی حیاتی از تحقیقات سیستم مدیریت ایمنی را تشکیل می دهد. در بیمارستان ها نیز مطالعات انجام شده بیشتر با در نظر گرفتن بخش انجام وظیفه و روی تمامی کارکنان انجام

رخدادهای خطای انسانی برای اعمال پرستاران بخش مراقبت های ویژه قلب در جدول ۴ ارائه شده است.

بحث

باتوجه به بررسی های صورت گرفته، شمار مطالعات

شده است. با این حال درصد قابل توجهی از مطالعات به طور اختصاصی بر روی بخش های حیاتی بیمارستان ها و با استفاده از تکنیک های گوناگون انجام گردیده است (۵). بررسی مطالعات گوناگونی که در زمینه خطاهای انسانی در بیمارستان ها و دیگر صنایع انجام شده است، ضرورت انجام مطالعات بیشتر با تکنیک های جدید و در نظر گرفتن همه عوامل موثر بر عملکرد را به وضوح نشان می دهد. با در نظر گرفتن اینکه در روش TRACER نوع خطاهای مربوط به هر وظیفه و علل آنها بخوبی شناسایی می گردد و در روش ATHEANA نیز می توان احتمال خطای مربوط به هر وظیفه شناسایی شده را با استفاده از فرمول های ذکر شده در روش محاسبه نمود، این مطالعه نیز با هدف شناسایی خطاها و ارزیابی قابلیت اطمینان پرستاران با استفاده از دو تکنیک آنالیز پیش بینانه خطاهای شناختی و تحلیل رویداد انسانی انجام شده است تا بتوان با شناخت خطاهای بالقوه و بالفعل به افزایش ایمنی و سلامت بیماران و حذف یا کاهش خطاهای انسانی پرستاران کمک نمود. آنالیز سلسله مراتبی وظایف پرستاران مورد پژوهش، نشان داد که در وظیفه مسئولیت های خاص بخش، زیر وظایف مهمی وجود دارد و شناسایی خطاهای این زیر وظایف، ضروری است. تحلیل خطاهای شناسایی شده در مطالعه بابایی پویا و همکاران نشان داد که با اصلاح فرآیندهای مدیریتی، سیستم گزارش دهی مناسب، ثبت مرتب و خوانای دستورات، توجه به عوامل فردی و شغلی، تنظیم شیفت های کاری، کاهش بار کاری، هماهنگی تیمی، آموزش مداوم پرستاران، افزایش انگیزه و بهبود شرایط کاری و استفاده از تجهیزات و فناوری های به روز و پیشرفته می توان به پیشگیری از بروز خطاها کمک کرد (۳۵). باوس و همکاران نیز در مطالعه ای اظهار داشتند که آموزش پرستاران تازه وارد در مهارت های مراقبت، در پیش گیری از خطاها اهمیت حیاتی دارد (۲۴). مطالعه تنها و همکاران نیز نشان داد که به دلیل حجم بالای کار، زمان ناکافی و همچنین نیاز به رسیدگی مدیریتی بسیار دقیق و برقراری هماهنگی های لازم، علل عمده خطاها را می توان به استرس

و پیچیدگی بالا در وظایف پرستاران این بخش نسبت داد (۲۵). ویور و همکاران دریافتند که کیفیت خوب خواب، باعث کاهش تداخل با خواب می شود و در کاهش خطاهای جزئی پرستاران نقش مهمی دارد (۲۶). در مطالعه ژانگ و همکاران عوامل محیطی مانند سر و صدا بر دقت اندازه گیری های فشار خون توسط پرستاران موثر بوده است (۲۷). یافته های به دست آمده از تکنیک آنالیز پیش بینانه خطاهای شناختی در مطالعه حاضر نیز نشان می دهد که بار کاری زیاد، تجربه و آموزش، هوشیاری، خستگی، تمرکز، مهارت ذهنی، اضطراب، زمان ناکافی برای انجام کار، تداخل با خواب، چیدمان نشانگرها، صدا و روشنایی نامناسب در محیط کار از عوامل اصلی تاثیرگذار بر عملکرد پرستاران بوده و احتمال رخداد خطاهای انسانی را افزایش می دهند و با مطالعات ذکر شده در یک راستا می باشند. در مطالعه ای که هوانگ و همکاران در سال ۲۰۱۴ روی پرستاران انجام دادند دریافتند که تقویت جو اخلاقی در محل کار پرستاران می تواند به طور موثری میزان خطاهای کاری آن ها را کاهش داده و با کنترل خصوصیات فردی و سازمانی می توان احتمال ایجاد خطاهای پزشکی را کاهش داد (۳۶). مطالعه پاکدل و همکاران نشان داد افرادی که نسبت به کار خود از حساسیت بالایی برخوردارند و تطبیق پذیری کمتری نسبت به تغییرات ایجاد شده در محیط دارند، از احتمال بروز حوادث بیشتری برخوردار بوده و این مسئله می تواند به دلیل تناقض بین ساختار مدیریتی حاکم بر صنایع کشورهای در حال توسعه و خصوصیات شخصیتی این افراد ایجاد شود (۳۷). بررسی دیگر عوامل موثر در بروز خطاهای انسانی در مطالعه حاضر نشان می دهد که عواملی چون: مشغولیت ذهنی/حواس پرتی، اشتباه فهمیدن، نفوذ عادت، یادگیری اشتباه، گیج شدن ادراکی، اشباع توانایی حافظه، فقدان دانش، یادگیری ناکافی و دانش نادرست بر افزایش احتمال ایجاد خطا می افزایند. همچنین در مطالعه حاضر پرستاران نقش مهمی در تشخیص، قطع و بازبایی خطاها ایفا می کنند که با مطالعه گافنی و همکاران در یک راستا است (۳۸). از

توجه به اینکه نتایج مطالعه حاضر منجر به شناسایی و تعیین انواع خطاهای انسانی، احتمال بروز آن ها و همچنین نقش شرایط مختلف اثر گذار بر عملکرد پرستاران در اجرای وظایف خود در بیمارستان مورد مطالعه شده است؛ باید امکان تعریف مداخلات ارگونومی، داشتن فرصت کافی برای انجام کار، نداشتن مشغله های فکری، آموزش پرسنل و... برای کاهش ریسک خطاهای انسانی فراهم شود. مدیریت بیمارستان ها می توانند با اقداماتی نظیر: افزایش نیروی کاری، کاهش اضافه کاری ها حتی برای افرادی که داوطلبانه خواهان اضافه کاری می باشند و برنامه ریزی علمی شیفت های کاری پرستاران و ارائه آموزش های کاربردی و همچنین روش های کنترل استرس هنگام وقوع شرایط اضطراری از بروز خطاها و اشتباهات در پرستاران کاسته و به بهبود محیط کاری آن ها کمک کنند. یکی از محدودیت های پژوهش حاضر این است که به دلیل اورژانسی بودن بخش های مورد بررسی و تعداد زیاد مراجعه کنندگان، پرستاران زمان اندکی جهت پاسخگویی به سوالات محقق داشتند و مورد دیگر این که با توجه به چند قسمتی بودن بخش های مورد بررسی، محقق می بایست در مدت حضور در بخش ها تمرکز کافی برای مشاهده و ثبت همه موارد را می داشت و تمامی وظایف را به دقت مشاهده و حین انجام وظایف توسط پرستار، موارد مصاحبه شده را با نحوه انجام آن وظایف و فعالیت ها به دقت تطبیق می داد تا اشتباهی در ارزیابی رخ ندهد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر در قالب پایان نامه کارشناسی ارشد با شماره طرح U-97176 از سوی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز حمایت شده است. بدین وسیله از این معاونت و زحمات و همکاری کلیه پرستاران و سرپرستاران بخش های مربوطه در بیمارستان مورد پژوهش که علیرغم مشغله و حجم کاری زیاد، نهایت همکاری را جهت جمع آوری و تکمیل اطلاعات داشتند، تشکر و قدردانی می گردد.

مهم ترین عوامل ایجاد کننده خطای انسانی در مطالعه حاجی اکبری و همکاران می توان به عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی مناسب، ویژگی های شخصیتی افراد و همچنین زمان در دسترس ناکافی اشاره کرد (۳۹). در پژوهش حاضر نیز زمان در دسترس ناکافی و ویژگی های شخصیتی افراد و برخی اعمال نایمن انجام شده توسط پرستاران از عوامل تاثیرگذار بر خطای انسانی بوده که به منظور کاهش احتمال خطای انسانی در پرستاران باید به تلاش در جهت کاهش این عوامل پرداخته شود. یافته های این مطالعه نشان می دهد که تکنیک ATHEANA شرایط ایجاد خطا را در نظر گرفته و به محاسبه خطای انسانی بعد از رویداد آغازگر پرداخته است این در حالی است که متدهای نسل اول قابلیت اطمینان به اهمیت این موضوع نپرداخته اند. اصلاح فرآیندهای مدیریتی در بیمارستان، برنامه ریزی صحیح برای تامین پرستار، سیستم گزارش دهی مناسب، ثبت مرتب و خوانای دستورات پرونده و فرم های مخصوص، توجه به عوامل فردی و شغلی مانند: سن، جنس، وضعیت تاهل و تعداد شب کاری در تنظیم شیفت های کاری، کاهش بار کاری، فراهم کردن آموزش مداوم پرستاران، ارتقاء آگاهی، اطلاعات و سطح مهارت های بالینی پرستاران و همچنین افزایش انگیزه و بهبود شرایط کاری و همچنین استفاده از تجهیزات و فناوری های به روز و پیشرفته در پیشگیری از خطاها نقش بسیار مهمی را ایفا می کند (۴۰-۴۲).

نتیجه گیری

قابلیت اطمینان انسان ها بر ایمنی و اقتصاد تاسیسات تاثیر می گذارد. آموزش و آزمایشات دوره ای اعمالی هستند که برای جلوگیری از کاهش قابلیت اطمینان ضروری هستند. هم چنین لازم است اصلاحات و ترفیع ها در سطح بالایی از استانداردها نگه داشته شوند. اهمیت تصمیمات مدیریت و طراحی، تاثیر قابل توجهی روی پتانسیل حادثه و عواقبش دارد. آناتومی حوادث نشان می دهد که چطور تصمیمات از پیش تعیین شده و گاهی فقدان این تصمیمات می تواند منجر به حادثه شود. با

REFERENCES

- Anbari E SK. Assessing human reliability using the ATHEANA technique. 6th National Conference on Safety Engineering & HSE Management. 1393.
- Mullen J. Investigating factors that influence individual safety behavior at work. *Journal of safety research* . 2004;35(3): 275-285.
- Orosi M, Mombeni B. Assessment of human errors in paper machines of pars paper industrial group by Predictive Human Error Analysis (PHEA). *Jundishapur Journal of Health Sciences*. 2012;4(4)
- Soori H, Mortazavi M, Shahesmaeil A, Mohseni H, Zangiabadi M, Ainy E. Determination of workers' risky behaviours associated with safety and health in a car manufacturing company in 2011. *Journal of Arak University of Medical Sciences*. 2013;16(3):0-0.
- Zare A, Yazdani Rad S, Dehghani F, Omid F, Mohammadfam I. Assessment and analysis of studies related human error in Iran: A systematic review. *Health and Safety at Work*. 2017;7(3):267-78.
- BORGHEIPOUR H, MOHAMADFAM I, NARENJI MA. Assessing and comparing human errors in technical operations in petroleum wells using extended CREAM technique. *International journal of occupational hygiene*. 2017;9(3):132-41.
- Salari S, Farokhzad M, Khalili A, Mohammadfam I. Identification of Human Errors in the Use of Neonatal Ventilator Device by Predictive Use Error Analysis method. *Health and Safety at Work*. 2019;9(3):212-20.
- Makary MA, Daniel M. Medical error—the third leading cause of death in the US. *Bmj*. 2016;353.
- Nezamodini ZS, Khodamoradi F, Malekzadeh M, Vaziri H. Nursing errors in intensive care unit by human error identification in systems tool: a case study. *Jundishapur Journal of Health Sciences*. 2016;8(3).
- Yang NY, Choi JS. Relationships of nurses' perception, nursing performance, job stress, and burnout in relation to the Joint Commission International Hospital Accreditation. *Journal of Korean Academy of Nursing Administration*. 2014;20(1):1-9.
- Burgmeier J. Failure mode and effect analysis: an application in reducing risk in blood transfusion. *The Joint Commission journal on quality improvement*. 2002;28(6):331-9.
- Kermani A, Mazloumi A, Kazemi Z. Using SHERPA technique to analyze errors of health care staff working in emergency ward of Amirmomenin hospital, Semnan. *Iran Occupational Health*. 2015:13-23.
- Barker LM, Nussbaum MA. The effects of fatigue on performance in simulated nursing work. *Ergonomics*. 2011;54(9):815-29.
- DeLucia PR, Ott TE, Palmieri PA. Performance in nursing. *Reviews of human factors and ergonomics*. 2009;5(1):1-40.
- Merritt A, Helmreich R. Culture at work in aviation and medicine: National, organizational and professional influences. Brookfield, VT: Ashgate. 1998.
- Rogers AE. The effects of fatigue and sleepiness on nurse performance and patient safety. *Patient safety and quality: An evidence-based handbook for nurses: Agency for Healthcare Research and Quality (US)*; 2008.
- Inoue K, Koizumi A. Application of human reliability analysis to nursing errors in hospitals. *Risk Analysis: An International Journal*. 2004;24(6):1459-73.
- Kunert K, King ML, Kolkhorst FW. Fatigue and sleep quality in nurses. *Journal of psychosocial nursing and mental health services*. 2007;45(8):30-7.
- Narumi J, Miyazawa S, Miyata H, Suzuki A, Kohsaka S, Kosugi H. Analysis of human error in nursing care. *Accident Analysis & Prevention*. 1999;31(6):625-9.
- Newman K, Doran D. Critical care nurses' information-seeking behaviour during an unfamiliar patient care task. *Dynamics (Pembroke, Ont)*. 2012;23(1):12-7.
- Scott LD, Rogers AE, Hwang W-T, Zhang Y. Effects of critical care nurses' work hours on vigilance and patients' safety. *American Journal of Critical Care*. 2006;15(1):30-7.
- Treiber LA, Jones JH. Devastatingly human: an analysis of registered nurses' medication error accounts. *Qualitative Health Research*. 2010;20(10):1327-42.
- Wheeler HH. Nurse occupational stress research 5: sources and determinants of stress. *British Journal of Nursing*. 1998;7(1):40-3.
- Booth RG, Sinclair B, Strudwick G, Brennan L, Tong J, Relouw H, et al. Identifying error types made by nursing students using eMAR technology. *Clinical Simulation in Nursing*. 2017;13(10):492-500.
- Tanha F, Mazloumi A, Faraji V, Kazemi Z, Shoghi M. Evaluation of human errors using standardized plant

- analysis risk human reliability analysis technique among delivery emergency nurses in a hospital affiliated to Tehran University of Medical Sciences. *Journal of Hospital*. 2015;14(3):57-66.
26. Weaver AL, Stutzman SE, Supnet C, Olson DM. Sleep quality, but not quantity, is associated with self-perceived minor error rates among emergency department nurses. *International emergency nursing*. 2016;25:48-52.
27. Zhang M, Zhang X, Chen F, Dong B, Chen A, Zheng D. Effects of room environment and nursing experience on clinical blood pressure measurement: an observational study. *Blood pressure monitoring*. 2017;22(2):79-85.
28. Stanton NA, Annett J. *Future directions for task analysis*: London, Taylor & Francis; 2000.
29. Isaac A, Shorrock ST, Kirwan B. Human error in European air traffic management: the HERA project. *Reliability Engineering & System Safety*. 2002;75(2):257-72.
30. Graziano A, Teixeira A, Soares CG. Classification of human errors in grounding and collision accidents using the TRACER taxonomy. *Safety science*. 2016;86:245-57.
31. Cheng C-M, Hwang S-L. Applications of integrated human error identification techniques on the chemical cylinder change task. *Applied ergonomics*. 2015;47:274-84.
32. Hollnagel E. *Cognitive reliability and error analysis method (CREAM)*: Elsevier; 1998.
33. Molanai N, Rahimi E, Mofakheri F, Shahsawari S. Landmine injuries in patients admitted to Sanandaj Besat Hospital from 1997 to 2002. *Journal Mil Med*. 2004;6(3):153-8.
34. MAZLOUMI A, ZIARANI MH. Determining Human Error Global Causes in a Petrochemical Control Room with a Cognitive Analytical Approach-CREAM. *International Journal of Occupational Hygiene*. 2017;9(4):223-34.
35. Babaeipouya A, Mosavianasl Z, Amani S, Moazez Ardebili N. Human error analysis in neonatal intensive care unit by predictive analysis of cognitive errors. *Journal of Occupational and Environmental Health*. 2017;3(1):38-47.
36. Hwang J-I, Park H-A. Nurses' perception of ethical climate, medical error experience and intent-to-leave. *Nursing ethics*. 2014;21(1):28-42.
37. Pakdel E, Omidvari M. Investigating the Effects of Human Personality on Human Reliability and Accident Frequency Using DISC and HEART Technique in Automotive Industries. *Iranian Journal of Ergonomics*. 2017;5(1):26-35.
38. Gaffney TA, Hatcher BJ, Milligan R. Nurses' role in medical error recovery: an integrative review. *Journal of clinical nursing*. 2016;25(7-8):906-17.
39. Hajiakbari M, Mohammadfam I, Amid M, Mirzaei Aliabadi M. Human error assessment in minefield cleaning operation using human event analysis. *Journal of Occupational Hygiene Engineering*. 2015;2(3):38-44.
40. Hosseini F, Kazemi M, Akbari A. The Role of General Health in the Occurrence of Nursing Errors, among the Nurses in Rafsanjan University of Medical Sciences in 2012. *Community Health Journal*. 2017;7(4):27-35.
41. Lan Y-H, Wang K-WK, Yu S, Chen I-J, Wu H-F, Tang F-I. Medication errors in pediatric nursing: Assessment of nurses' knowledge and analysis of the consequences of errors. *Nurse education today*. 2014;34(5):821-8.
42. Rahimian Boogar I, Ghodrati Mirkouhi M. Role of workload, sleep, mental health and individual factors in occurrence of nursing errors. *Journal of Gorgan University of Medical Sciences*. 2013;15(3).