

Section 2: English Abstract

Full title of research project

The impact of shortening of shifts of physicians during their residency on clinical and safety outcomes of both patients and physicians: systematic review

Investigators: full name and affiliations

1. Leonard Leibovici, Beilinson Hospital, Rabin Medical Center; and Sackler Faculty of Medicine, Tel-Aviv University

Key Words

Resident physicians, patient outcomes, patient safety, resident outcomes, resident safety, education, occupational safety, work hour limits

Abstract

An abstract of up to **300 words** should include these headings: (1) Scientific Background (2) Objectives (3) Methodology (4) Findings (5) Conclusions (6) Policy Implications / recommendations

Scientific Background: Prolonged shifts over 12-hours induce fatigue, impairing doctors' cognitive abilities and risking medical errors. Globally, residents' shifts are being reduced. However, concerns about training quality and continuity of care persist. Limited current data underscores the need for comprehensive research.

Objectives: to determine the impact of shortening of shifts of physicians during their residency.

Methodology: We performed a systematic review and meta-analysis following PRISMA guidelines.

Primary outcomes included patient and physician safety, and residency quality. Secondary outcomes involved care quality, resident and patient satisfaction, and residency attrition. Pooled Odds Ratios and Risk Ratios were calculated.

Findings We included 106 studies out of 7603 publications, focusing on shifts of 24,16, and 13-hours. Shortening of shifts of residents improved residents' safety, satisfaction, and work-life balance, while maintaining safety of patients. However, the effects of shortening of shifts on quality of residency and continuity of care were heterogeneous. In the meta-analysis of surgical experience in general surgery, operative volume has decreased (pooled std. mean difference 0.90, 95% CI 0.03–1.77, $p=0.04$), while other studies have shown maintenance and improvement in surgical experience after shift shortening. Test scores showed minimal changes.

Conclusions: Studies that did not find a decrease in surgical experience after shortening shifts prove that with careful planning, surgical experience can be maintained. Future studies should include an examination of effects on non-surgical education and preservation of quality of residency. Addressing knowledge gaps, like attrition rates, specialization shifts, and costs, is vital for evaluating resident schedule changes comprehensively.

Policy Implications/recommendations: Israel reduced non-surgical residency shifts to 19-21 hours in September 2023. Limited data on this range led us to analyze 16-18-hour shifts, showing positive outcomes. Despite benefits, shift reduction requires careful planning. Strategies like structured learning, mentorship, assessments, and research involvement can ensure education continuity. Patient care can be maintained through effective handover protocols and collaboration with healthcare professionals.

Section 3: Hebrew Abstract

כותרת מלאה של המחקר

ההשפעה של קיצור שעות עבודה של מתמחים על תוצאים קליניים, בטיחות המטופל ושביעות רצון הרופאים: סקירה מובנית

חוקרים: שם מלא ושיוך מוסדי

1. פרופ' לאונרד ליבוביץ, מרכז רפואי רבין, קמפוס בילינסון, רשות המחקר. הפקולטה לרפואה ע"ש סאקלר, אוניברסיטת תל-אביב.

מילות מפתח

רופאים מתמחים, תוצאי מטופלים, בטיחות מטופלים, תוצאי מתמחים, בטיחות מתמחים, התמחות, בטיחות בעבודה, הגבלות שעות תורנות

תקציר

תקציר שאורכו עד **200 מילים**, אשר יכלול כותרים אלה: (1) רקע (2) מטרות (3) שיטה (4) ממצאים עיקריים (5) מסקנות (6) המלצות / השלכות לקובעי המדיניות

רקע: משמרות ארוכות מעל 12 שעות מובילות לעייפות, פוגעות בתפקוד רופאים ומגבירות סיכון לטעויות רפואיות. בעולם, ישנה מגמה של קיצור תורנויות. עם זאת, ישנן חששות מהשפעות פוטנציאליות כגון ירידה באיכות ההתמחות והמשכיות הטיפול. בספרות, נתונים מקיפים ועדכניים חסרים. מטרות: לבחון את ההשפעה של קיצור תורנויות של רופאים-מתמחים.

שיטות: ערכנו סקירה שיטתית ומטה-אנליזה בהתאם להנחיות PRISMA. התוצאים הראשיים כללו את בטיחות המטופל והמתמחה ואיכות ההתמחות. התוצאים המשניים כללו איכות טיפול, שביעות רצון של של המתמחים ומטופלים, איכות חיים של המתמחים ושיעורי פרישה מההתמחות. נעשו אנליזות לאיחוד מדדי קשר.

ממצאים: כללנו 106 מחקרים מתוך 7603 פרסומים, תוך התמקדות במשמרות של 16, 24 ו-13 שעות. קיצור משמרות מתמחים שיפר את בטיחות המתמחים, שביעות הרצון של המתמחים, ואיזון עבודה-חיים אישיים, תוך שמירה על בטיחות המטופלים. עם זאת, השפעות הקיצור על איכות ההתמחות והמשכיות הטיפול היו הטרוגניות. במטה-אנליזה הניסיון הניתוחי בכירורגיה כללית ירד (pooled std. mean difference 0.90, 95% CI 0.03–1.77, p=0.04), אך מחקרים אחרים הראו שמירה ואף שיפור בניסיון ניתוחי לאחר קיצור המשמרות. ציוני המבחנים נותרו כמעט ללא שינוי.

מסקנות: מחקרים אשר לא מצאו ירידה בניסיון ניתוחי לאחר קיצור התורנויות מוכיחים שבעזרת תכנון קפדני ניתן לשמור על הניסיון הניתוחי. מחקרים עתידיים צריכים לכלול בחינה של השפעות על איכות התמחות לא כירורגית ולבחון אסטרטגיות לשמירה על איכות ההתמחות. בנוסף, יש לבדוק שיעורי פרישה מהתמחות ומעבר להתמחויות קלות יותר. חשוב לבחון הקצאת משאבים בהטמעה של קיצור תורנויות על מנת להעריך את השלכות שינוי זה בצורה מקיפה.

המלצות/השלכות לקובעי המדיניות: בישראל, מתווה 19:2 עבור התמחויות לא כירורגיות החל בספטמבר 2023. ביצענו תת-אנליזה של מחקרים קיימים, תוך התמקדות במשמרות שקוצרו ל-16:2 בגלל נתונים מוגבלים עבור מתכונת 19:2. האנליזה מראה תוצאות חיוביות התומכות בקיצור התורנויות. למרות היתרונות, קיצור תורנויות דורש תכנון קפדני. אסטרטגיות כמו למידה מובנית, חונכות, הערכות ומעורבות מחקרית יכולות לתמוך בשמירה על איכות ההתמחות. על מנת לתמוך בהמשכיות הטיפול, מומלץ לנסח פרוטוקולי העברת משמרות ומידע יעילים על המטופלים ושיתוף פעולה עם אנשי מקצוע בתחום הבריאות.

Section 4: Executive Summary- Hebrew

הנחיות:

האורך הכולל של התקצירים לא יעלה על 3 עמודי word ברווח כפול בפונט Arial מספר 12.

התקציר יחולק לפי כותרות המשנה המודגשות הבאות בראש הקטע המתאים :

(1) רקע מדעי;

(2) מטרות המחקר;

(3) שיטות המחקר;

(4) הממצאים;

(5) מסקנות;

(6) השלכות למדיניות והמלצות למקבל ההחלטות;

(7) מקורות (לא יותר מ-4).

1. רקע מדעי:

משמרות ארוכות העולות על 12 שעות מאופיינות בעייפות יתר, פוגעות בתפקוד הקוגניטיבי, בקבלת החלטות, במיומנויות תקשורת, ובתפקוד בעבודה. משמרות ממושכות של רופאים מתמחים מעלות את הסיכון לטעויות רפואיות וסיכונים תעסוקתיים [1-3]. בשלושת העשורים האחרונים, חלה מגמה של קיצור תורנויות עבור מתמחים ברחבי העולם [4]. בישראל, משך תורנות עומד כיום על 26 שעות רצופות ואנו לקראת קיצור התורנויות למתכונת של 19:2 - 19 שעות עבודה רצופות + שעתיים נוספות להעברת משמרת. בעוד שמטרת קיצור התורנויות היא לשפר את תנאי העבודה של המתמחים והעלאת בטיחותם הן של המתמחים והן של המטופלים, בקהילה הרפואית הועלו חששות לגבי השפעות פוטנציאליות כגון ירידה באיכות ההתמחות ופגיעה בהמשכיות הטיפול. בספרות חסרים נתונים מקיפים ועדכניים, ללא הגבלה להתערבות או התמחות מסוימת.

2. מטרות המחקר: לסקור בצורה שיטתית את המחקרים שבחנו התערבויות לקיצור תורנויות בקרב רופאים מתמחים.

3. שיטות המחקר: ערכנו סקירה שיטתית ומטה-אנליזה בהתאם להנחיות PRISMA. המחקר נרשם ב- PROSPERO (ID: CRD42023390197). כללנו מחקרים אקראיים מבוקרים ומחקרים תצפיתיים השוואתיים אשר העריכו קיצור תורנויות של רופאים מתמחים. התוצאים הראשיים כללו תוצאי מטופלים: תמותה עד יום 30, סיבוכים ותופעות לוואי; ותוצאי מתמחים: איכות ההתמחות ובטיחות. התוצאים המשניים כללו איכות טיפול, שביעות רצון של המתמחים והמטופלים, איכות חיים בקרב המתמחים ושיעורי פרישה מההתמחות. החיפוש בוצע ב- PubMed, EMBASE, Cochrane Library, Google Scholar ו-opengrey.eu. איסוף המידע נעשה ע"י שני חוקרים וכלל נתונים אודות: מדינה, פרטי המתמחים והמטופלים, התערבות, תוצאות, מגבלות, ומסקנות. באמצעות תוכנת RevMan 5.4, נעשו אנליזות לאיחוד מדדי קשר. בוצעו ניתוחי רגישות ותתי-קבוצות. תוצאים שלא היה ניתן לאחד סוכמו בטקסט או טבלאות.

4. ממצאים: מתוך 7603 הפרסומים שנסקרו, 106 מחקרים נכללו בניתוח זה, מתוכם 8 מחקרים אקראיים מבוקרים. המחקרים בחנו בעיקר התערבויות שכללו תורנויות של 24 שעות רצופות (50%), 16 שעות רצופות (28%) ו-13 שעות רצופות (9%). במחקרים ממוקדי מטופל, נבדקו בעיקר תוצאות בטיחות (45%), בעוד שמחקרים ממוקדי מתמחים העריכו בעיקר את איכות ההתמחות (32%), כאשר רק 12% בחנו את תוצאי הבטיחות. אף מחקר לא בדק שיעורי פרישה של מתמחים או מעבר להתמחויות פחות תובעניות.

בטיחות מטופלים: נמצא קשר בין קיצור תורנויות ותמותה מופחתת עד 30 יום בהתמחויות לא כירורגיות (pooled OR 0.91, 95% CI 0.84–0.98) וכירורגיות (pooled OR 0.89, 95% CI 0.84–0.94). בניתוח רגישות של מחקרים שנעשו במשך פחות מ-5 שנים, לא היה הבדל בשיעורי התמותה בהתמחויות לא כירורגיות (pooled OR 0.97, 95% CI 0.93–1.03). קיצור משמרות ל-16 שעות או פחות הפחית משמעותית את התמותה של 30 יום (pooled OR 0.84, 95% CI 0.79–0.89). מרבית המחקרים אשר לא נכללו באנליזה המאוחדת, לא הראו שינוי בשיעורי התמותה לאחר קיצור תורנויות. בנוסף, לא נמצאו קשרים מובהקים בין משך המשמרת לבין סיבוכים או תופעות לוואי בהתמחויות כירורגיות (pooled OR 1.00, 95% CI 0.96–1.05) ולא

כירורגיות (pooled OR 1.28, 95% CI 0.96–1.70). מחקרים אשר בדקו את איכות הטיפול ושביעות הרצון של המטופלים הראו תוצאות מעורבות.

בטיחות המתמחים: מחקרים אשר העריכו את הבטיחות והבריאות של רופאים מתמחים לאחר קיצור תורנויות, מצאו לרוב ירידה משמעותית בתאונות דרכים, פציעות עוריות, וטעויות עקב חוסר ריכוז, והראו משך שינה מוגבר.

איכות ההתמחות: קיצור משמרות נמצא בקורלציה עם ניסיון ניתוחי מופחת, עם הטרוגניות משמעותית בין המחקרים (pooled std. mean difference 0.90, 95% CI 0.03–1.77, $p=0.04$). מחקרים שלא נכללו בניתוח המאוחד דיווחו על תוצאות מגוונות- שאין הבדל בניסיון הניתוחי, ואף עליה בנפח הניתוחי בעקבות קיצור משמרות. מרבית המחקרים לא הראו הבדלים משמעותיים בצינוי המבחנים של המתמחים לפני ואחרי קיצור התורנויות. קיצור תורנויות לא השפיעו באופן מובהק על הלמידה או התפוקה המחקרית של המתמחים, אך ההשפעות על זמן הטיפול הישיר בחולה ואינטראקציה עם המתמחים היו שונות בין המחקרים.

איכות חיים במתמחים: קיצור תורנויות היווה לרוב גורם חיובי המשפר את שביעות הרצון של המתמחים מהחיים האישיים תוך שמירה על שביעות רצון יציבה בעבודה. בנוסף, משמרות קצרות יותר היו קשורות לאיכות שינה טובה יותר, ושיעורי עישון מופחתים. שיפורים אלו היו קשורים לצינונים נמוכים יותר במבחני חרדה ודיכאון, ובכך הראו גם השפעה חיובית על בריאות הנפש.

5. מסקנות: קיצור משמרות מתמחים שיפר את בטיחות המתמחים, שביעות הרצון של המתמחים, איזון עבודה-חיים אישיים, ושמירה על בטיחות המטופלים. עם זאת, השפעתו על איכות ההתמחות היתה הטרוגנית. מחקרים אשר לא מצאו פגיעה בניסיון ניתוחי לאחר קיצור התורנויות מוכיחים שבעזרת תכנון קפדני ניתן לשמור על ניסיון ניתוחי. מחקרים עתידיים צריכים לכלול בחינה של השפעות על איכות התמחות לא כירורגית ולבחון אסטרטגיות לשמירה על איכות ההתמחות. בנוסף, יש לבדוק שיעורי פרישה מהתמחות ומעבר להתמחויות קלות יותר. חשוב לבחון הקצאת משאבים בהטמעה של קיצור תורנויות על מנת להעריך את השלכות שינוי זה בצורה מקיפה.

6. השלכות למדיניות והמלצות למקבל ההחלטות:

בישראל, מתווה 19:2 עבור התמחויות לא כירורגיות החל מספטמבר 2023. ביצענו תת-אנליזה של מחקרים קיימים, תוך התמקדות במשמרות שקוצרו ל-16:2 בגלל נתונים מוגבלים עבור מתכונת 19:2. האנליזה מראה תוצאות חיוביות התומכות בקיצור התורנויות. אף על פי כן, עקב תוצאות הטרוגניות לגבי איכות ההתמחות והמשכיות הטיפול, קיצור התורנויות מחייב תכנון קפדני. אסטרטגיות כמו למידה מובנית, חונכות, הערכות ומעורבות מחקרית יכולות לתמוך בשמירה על איכות ההתמחות. על מנת לתמוך בהמשכיות הטיפול, מומלץ לנסח פרוטוקולי העברת משמרות ומידע יעילים על המטופלים ושיתוף פעולה עם אנשי מקצוע בתחום הבריאות.

מקורות (לא יותר מ-4):

1. Alhola P, Polo-Kantola P. Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2007;3(5):553-67.
2. Barger LK, Ayas NT, Cade BE, Cronin JW, Rosner B, Speizer FE, Czeisler CA. Impact of extended-duration shifts on medical errors, adverse events, and attentional failures. *PLoS Med*. 2006 Dec;3(12):e487. doi: 10.1371/journal.pmed.0030487.
3. McAdams RM. Fatigue and fallibility: the perils of prolonged shifts for neonatologists. *J Perinatol*. 2023 Jul 8. doi: 10.1038/s41372-023-01718-0.
4. Maoz Breuer R, Waitzberg R, Breuer A, Cram P, Bryndova L, Williams GA, Kasekamp K, Keskimaki I, Tynkkynen LK, van Ginneken V, Kovács E, Burke S, McGlacken-Byrne D, Norton C, Whiston B, Behmane D, Grike I, Batenburg R, Albreh T, Pribakovic R, Bernal-Delgado E, Estupiñan-Romero F, Angulo-Pueyo E, Rose AJ. Work like a Doc: A comparison of regulations on residents' working hours in 14 high-income countries. *Health Policy*. 2023 Apr;130:104753. doi: 10.1016/j.healthpol.2023.104753. Epub 2023 Feb 18.

Section 5: Comprehensive scientific report - English

הנחיות:

הדוח המדעי המלא ייכתב באנגלית בצורה המקובלת של מאמר בעיתון מקצועי ולפי הסעיפים הבאים כותרות משנה:

1. **Scientific background** (what is already known)
2. **Research objectives** (what does the work intends to solve)
3. **Methodology**
4. **Findings**
5. **Discussion and Conclusions**
6. **Policy Implications and Recommendations**
7. **References**

לתשומת לב

- ♦ הפירוט בסעיפים 1 – 6: לא יעלה על עשרים עמודים (כולל תרשימים)
- ♦ פונט: Arial מספר 12
- ♦ מרווח בין שורות – 1.5

הדוח המדעי המלא ישמר בארכיון המכון ויימסר לצד ג' רק לאחר קבלת הסכמה מפורשת של החוקר האחראי.

1. Scientific background

Prolonged shifts, exceeding 12 hours, contribute to fatigue and sleep deprivation, impair cognitive function, decision-making abilities, and reaction times. Reduced job performance, including compromised critical thinking and communication skills, has been observed with long shifts [1]. The association between extended shifts and adverse events, such as medication errors and misdiagnoses, underscores the increased risk of medical errors [2-3]. Safety concerns, including an elevated risk of occupational hazards and compromised patient care, were raised as well [4]. For more than two decades there has been a trend of shortening the shifts of physicians during their residency. In July 2003, the US Accreditation Council for Graduate Medical Education (ACGME) mandated nationwide duty hours regulations (DHR) on resident work hours restricting resident physicians work to no more than 24 consecutive hours (ACGME 2003-DHR) [5]. In 2008, the US National Academy of Medicine recommended that resident physicians work no more than 16 consecutive hours [6], and in 2011 the Accreditation Council for Graduate Medical Education (ACGME) partially acted on this recommendation, prohibiting shifts

exceeding 16 hours for first-year residents (ACGME 2011-DHR) [7]. This guideline was rescinded, due to opposition within the medical community, and after further trials showed mixed benefit depending on the outcome of interest [8-9]. In Europe, the European Working Time Directive (EWTD) applicable to all occupations across the European Union (EU), requires a maximum working week of 48 hours and establishes rest periods: a minimum rest period of 11 in each 24 hours, and one day in each week [10]. Each European Union member state implemented the Directive in its own legislation. The UK has applied it fully to junior doctors since 2009, with a limit of 48 h/week, averaged across a reference period of 26 weeks, alongside specified minimum rest periods .

While the main purpose of these changes is to improve the working conditions of physicians during their residency and to improve the safety of the patients as well as the physicians, concerns were raised about the potential harms and the effects on the quality of the residency and the continuity of care .

A recent systematic review examined the effects of the ACGME 2011-DHR on surgical patient outcomes, surgical resident case volume, and surgical resident quality of life. Fifteen studies were included. The study concluded that the 2011-DHR did not improve patient outcomes; decreased surgical experience for junior residents; and shifted clinical responsibilities to senior residents [11]. A systematic review published in 2014 examined the effects of European Working Time Directive on health effects in physicians. Eleven studies were included. An association was found between extended long working hours and percutaneous injuries and road traffic accidents. The evidence was insufficient for mood disorders and general health [12]. Up-to-date, comprehensive, and recent data are lacking.

2. Research objectives

We performed a systematic review and meta-analysis to determine the impact of shortening shifts of physicians during their residency on clinical and safety outcomes of patients and physicians, and on quality of the residency.

3. Methodology

We conducted a systematic review and meta-analysis of original data gathered from studies assessing shortening of shifts among medical residents. The review is reported in accordance with the reporting guidance in the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) statement [13], and the study protocol was registered in PROSPERO (CRD42023390197).

Eligibility criteria:

We included cluster randomized trials (CRT), randomized controlled trials (RCTs), non-randomized trials, and comparison observational trials (concomitant or with historical controls), and pre-intervention and post-intervention in the same participants; assessing shortening of shifts in physicians who are in the course of their residency or subspecialty fellowship, versus no shortening of shifts. In studies assessing other populations in addition to residents, only information on residents were collected.

Outcomes:

Primary outcomes :

For patients: 30-day patient mortality, complications and adverse events (medical errors, injury due to medical management, etc.) .

For physicians: quality of residency (operative volume, test scores etc.), safety outcomes (stress, anxiety, depression, adverse events, substance abuse, suicide rates, car accidents etc.) .

Secondary outcomes :

For patients: quality of care measures, continuity of care, and patients' satisfaction.

For physicians: residency attrition rates, rates of transitioning to other specializations, quality of life, and satisfaction with residency training .

Costs and changes in staffing in the intervention and control periods.

Information sources:

We searched PubMed, EMBASE, The Cochrane Library, Google Scholar, and opengrey.eu.

Search strategy:

Search terms were comprised of terms describing the population (physicians during their residency), the intervention (shortening of shifts), and the eligible study designs .

For the full search strategy see Appendix 1.

Study selection:

An initial review of titles and abstracts for relevancy and duplicates were conducted. Eligible studies were fully reviewed by two reviewers independently.

Data Extraction and Quality Assessment:

Data were extracted independently by two investigators. Inconsistencies were solved by a discussion with a third researcher. We collected data, using an excel spreadsheet, on: study design, publication date, primary hypothesis, setting, geographic location, centers, funding, study duration, follow-up duration, sample size, average age, gender, specialty, postgraduate level, type of shift shortening, control characteristics, and study outcomes.

Risk of bias was appraised by both investigators [14-15] .

Data Analysis:

Data are presented as percentages for categorical variables, mean $\pm$ standard deviation for normally distributed continuous variables, and median and interquartile range (IQR, 25–75 percentiles) for non-normally distributed continuous variables.

Data synthesis:

Meta-analysis was performed using the Cochrane Review Manager (RevMan) 5.4. Heterogeneity was evaluated using the chi-squared-based Q-test. For dichotomous outcomes, whenever the I² was higher than 50%, representing significant heterogeneity, we implemented the random-effect model (the Mantel–Haenszel method). Pooled Odds Ratios (OR) with 95% CIs reflecting overall measure of effect size were calculated for patient safety outcomes: 30-day mortality, complications and adverse events. For specific analysis of RCTs, pooled Risk Ratios (RR) were calculated. Studies examining long term mortality or for which data on number of events or exact sample size could not been obtained, were not included in the pooled analysis. For these studies data were presented descriptively .

Sensitivity analyses excluded trials performed for more than 5 years for the pooled effect for 30-day mortality, due to confounding effects associated to study period. Sub-group analysis included surgical and non-surgical specialties, and specialty type.

For continuous outcomes, when heterogeneity was higher than 50%, we implemented the random-effect model (inverse variance). Standardized mean difference with 95% CIs reflecting overall measure of effect size were calculated for residents' educational outcomes (operative experience). Studies for which data on mean value, standard deviation, or sample size could not be obtained, were not included in the pooled analysis. For these studies data were presented descriptively .

Separate pooled analyses were conducted specifically for patient safety outcomes and residents experience, to examine the effects of shortening shifts to 16 hours or less, aligning with the policy to reduce shift durations in Israel.

Since we used crude data submitted by the authors, an adjusted analysis could not be conducted. For all analyses, $P < 0.05$ was considered significant.

4. Findings

Considering the substantial volume and complexity of the results, they have been included in a separate appendix (Appendix 2)

5. Discussion and Conclusions

This systematic review and meta-analysis encompassed 106 studies, including eight RCTs, evaluating the impact of different shift-shortening interventions on various outcomes in medical practice. The studies included mainly the following interventions: shortening shifts to 24 consecutive working hours, 16 consecutive working hours, and 13 consecutive working hours .

Among these studies, four RCTs and sixteen observational studies offered valuable insights into residents' perspectives on their well-being, job satisfaction and overall QOL. Notably, shortening of shifts emerged as a positive factor, improving residents' satisfaction with personal life while maintaining stable job satisfaction, indicating a positive impact on work-life balance. Importantly, shorter shifts were

linked to better sleep quality, reduced smoking rates, and increased life satisfaction. These improvements were associated with benefits in mental health, including lower anxiety and depression scores .

Only thirteen studies investigated safety outcomes among residents. Weaver et al. evaluated the impact of 2011-DHR on the safety and health of first-year resident physicians and found a significant decrease in accidents involving motor vehicles, attentional failures, and in percutaneous injuries. Other studies also reported reduced attentional failure, and increased sleep duration with shorter shifts .

Diverse study findings reveal the complex effects of shift-shortening measures on medical education and quality of residency. The reduction in the average operative volume for general surgery residents, raise concerns about the practical exposure gained during training. While some studies reported decreased operative experience, others found no significant differences or even increased case volume, illustrating that with proper planning operative experience can be maintained .

In the context of non-surgical education, while some studies noted reductions in resident presentations on rounds and patient visit numbers, others found increased research publications among residents. Interestingly, no substantial differences were observed in test scores and acquisition of theoretical knowledge based on varying on-call shift durations, reflecting a consistent academic performance despite altered work schedules .

In terms of patient safety, a significant reduction in 30-day mortality was observed in both surgical and non-surgical specialties when shifts were shortened. However, this effect was diminished when non-surgical studies with longer than 5-year study periods were excluded, suggesting that clinical and demographical variables that changed over time may influence outcomes. Moreover, RCTs specifically did not show any significant impact on 30-day mortality. Shift-shortening interventions did not significantly impact complications or adverse events in pooled analysis across surgical and non-surgical fields. Notably, two RCTs indicated a positive effect on Serious Medical Errors in intensive care units with shift schedule of 16 hours and less. Thus, these findings suggest that shortening shift policies appear to be safe for patients .

Patient quality of care and satisfaction exhibited mixed results. While residents perceived a decline in quality and continuity of care, studies found no significant differences in patient perceptions regarding doctor visits and satisfaction . Our findings, indicating that shorter shift interventions have not significantly influenced patient safety outcomes, are consistent with prior research [123-125]. Moreover, earlier reviews have also highlighted improvements in residents' quality of life, sleep patterns, and reduced fatigue due to these interventions [123, 125, 127]. Supporting our results, a 2014 systematic review, focusing on the EWTD regulation, found an association between reduced percutaneous injuries and road traffic accidents with shortened shifts [127]. However, findings related to medical education and residency quality, similar to our study, have varied in other reviews. A 2010 systematic review examining the reduction of resident shifts to 16 hours indicated generally unchanged medical education [123]. In contrast, a 2014 systematic review reported a perceived negative impact on surgical operative and technical skills, with conflicting evidence on resident education [127]. Two subsequent reviews from 2015 and 2016, found adverse effects on resident education .[124-125]

This study has several limitations. Firstly, the heterogeneity of study interventions and outcomes presented a challenge. We maintained broad inclusion criteria to maximize the comprehensiveness of this review. We managed this heterogeneity by employing pooled analysis where feasible, creating sub-groups, conducting sensitivity analyses, and summarizing results that could not be synthesized through text and tables. Secondly, research examining the well-being, job satisfaction, and quality of life of residents predominantly depended on subjective evaluations. Because residents could not be blinded to their shift durations, inherent biases were present. Thirdly, the focus of medical education studies was primarily on surgical trainees, limiting our understanding of non-surgical specialties. Long-term educational outcomes, residency attrition rates and the trend towards transitioning to less challenging specializations were not evaluated. Additionally, the majority of interventions in the studies involved adjustments to resident schedules and total weekly working hours, extending beyond just shortening shifts. This complexity restricts our ability to solely attribute outcome changes to the reduction in shift

duration. Certain residency programs introduced other modifications, such as addition of interns or other personal, making it difficult to isolate the effects of shorter shifts from these co-interventions. However, it is noteworthy that shift shortening was the only consistent intervention across all studies in this review. This consistency diminishes the likelihood that co-interventions were solely responsible for the observed effects across studies. Another limitation of this review is the absence of a summary regarding the resources allocated for the implementation of shift shortening interventions. During our data collection, we encountered limited evidence on this crucial topic.

In conclusion, shortening shifts emerged as a positive factor, improving residents' satisfaction with personal life and contributing to a better work-life balance; while maintaining safety outcomes in patients, and improving safety outcomes of residents. However, the effects on medical education were multifaceted. Studies that managed to preserve or even increase operative volume, illustrate that with proper planning operative experience can be maintained. There is a need for continued research to comprehensively understand the impact of shift shortening on non-surgical education, and to explore various strategies to preserve the quality of residency programs. Future studies must address critical knowledge gaps, including residency attrition rates, the shift towards less challenging specializations, and the resources invested in implementing shift shortening interventions. Understanding these aspects is essential for conducting a comprehensive evaluation of the changes implemented in residents' schedules.

6. Policy Implications and Recommendations

Israel initiated the shortening of non-surgical residency shifts from 26 to 19-21 hours in September 2023. We conducted a sub-analysis of existing studies, focusing on shifts shortened to 16-18 hours due to limited data on the 19-21-hour range. Our research revealed a generally positive impact on various outcomes, endorsing the new policy. Nevertheless, this reduction in shift length requires careful consideration. It necessitates concurrent strategies to ensure the continuity of medical education and patient care .

Examples of strategies that can be employed for medical education continuity :

- Structured learning sessions during non-clinical hours (case discussions, workshops, and simulations).
- Establish mentorship programs where experienced physicians mentor residents individually or in small groups .
- Perform regular assessments to monitor residents' progress.
- Encourage residents to engage in research projects or clinical studies during their reduced shifts .

Examples of strategies that can be employed for patient care continuity:

- Develop comprehensive handover protocols for the transition of patient information during shift changes .
- Enhance collaboration with nurses, physician assistants, and other personal to share the patient care workload and assist residents.

7. References

1. Alhola P, Polo-Kantola P. Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2007;3(5):553-67.
2. Barger LK, Ayas NT, Cade BE, Cronin JW, Rosner B, Speizer FE, Czeisler CA. Impact of extended-duration shifts on medical errors, adverse events, and attentional failures. *PLoS Med*. 2006 Dec;3(12):e487. doi: 10.1371/journal.pmed.0030487 .
3. McAdams RM. Fatigue and fallibility: the perils of prolonged shifts for neonatologists. *J Perinatol*. 2023 Jul 8. doi: 10.1038/s41372-023-01718-0. Epub ahead of print .
4. Modenese, Alberto, and Fabriziomaria Gobba, eds. *Occupational Health and Safety in the Healthcare Sector*. MDPI-Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 2022 .,Barger LK, Cade BE, Ayas NT, Cronin JW, Rosner B, Speizer FE, Czeisler CA; Harvard Work Hours, Health, and Safety Group. Extended work shifts and the risk of motor vehicle crashes among interns. *N Engl J Med*. 2005 Jan 13;352(2):125-34. doi: 10.1056/NEJMoa041401 .
5. Philibert I, Friedmann P, Williams WT. New requirements for resident duty hours. *JAMA* 2002; 288: 1112–4.
6. Nasca TJ, Day SH, Amis ES Jr., The new recommendations on duty hours from the ACGME Task Force. *N Engl J Med*. 2010;363(2):e3. [PubMed: 20573917]
7. Blum AB, Shea S, Czeisler CA, Landrigan CP, Leape L. Implementing the 2009 Institute of Medicine recommendations on resident physician work hours, supervision, and safety. *Nat Sci Sleep*. 2011 Jun 24;3:47-85. doi: 10.2147/NSS.S19649 .
8. Landrigan CP, Fahrenkopf AM, Lewin D, Sharek PJ, Barger LK, Eisner M, Edwards S, Chiang VW, Wiedermann BL, Sectish TC. Effects of the accreditation council for graduate medical education duty hour limits on sleep, work hours, and safety. *Pediatrics*. 2008 Aug;122(2):250-8. doi: 10.1542/peds.2007-2306.
9. Jaggi R, Weinstein DF, Shapiro J, Kitch BT, Dorer D, Weissman JS. The Accreditation Council for Graduate Medical Education's limits on residents' work hours and patient safety. A study of resident experiences and perceptions before

and after hours reductions. Arch Intern Med. 2008 Mar 10;168(5):493-500. doi: 10.1001/archinternmed.2007.129. PMID: 18332295 .

10. EUR-Lex. Directive 2003/88/EC of the European Parliament and of the Council of 4 November 2003 concerning certain aspects of the organisation of working time. In: Union OJotE, ed. Brussels: Official Journal of the European Union, 2003 .

11. Awan M, Zagales I, McKenney M, Kinslow K, Elkbuli A. ACGME 2011 Duty Hours Restrictions and Their Effects on Surgical Residency Training and Patients Outcomes: A Systematic Review. J Surg Educ. 2021 Nov-Dec;78(6):e35-e46. doi: 10.1016/j.jsurg.2021.06.001. Epub 2021 Jun 25. PMID: 34183278.9 .

12. Rodriguez-Jareño MC, Demou E, Vargas-Prada S, Sanati KA, Skerjanc A, Reis PG, Helimäki-Aro R, Macdonald EB, Serra C. European Working Time Directive and doctors' health: a systematic review of the available epidemiological evidence. BMJ Open. 2014 Jul 7;4(7):e004916. doi: 10.1136/bmjopen-2014-004916 .

13. BMJ (OPEN ACCESS) Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71 Higgins JP, Altman DG, Gotzsche PC, Juni P, Moher D, Oxman AD, et al. The cochrane collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. BMJ 2011;343:d5928. doi:10.1136/bmj.d5928.

14. Sterne JA, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M, Henry D, Altman DG, Ansari MT, Boutron I, Carpenter JR, Chan AW, Churchill R, Deeks JJ, Hróbjartsson A, Kirkham J, Jüni P, Loke YK, Pigott TD, Ramsay CR, Regidor D, Rothstein HR, Sandhu L, Santaguida PL, Schünemann HJ, Shea B, Shrier I, Tugwell P, Turner L, Valentine JC, Waddington H, Waters E, Wells GA, Whiting PF, Higgins JP. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. BMJ. 2016 Oct 12;355:i4919. doi: 10.1136/bmj.i4919. PMID: 27733354; PMCID: PMC5062054.

15. Yu HW, Choi JY, Park YS, Park HS, Choi Y, Ahn S-H, et al. Implementation of a resident night float system in a surgery department in Korea for 6 months:

electronic medical record-based big data analysis and medical staff survey. *Ann Surg Treat Res.* 2019 May;96(5):209–15.

123. Levine AC, Adusumilli J, Landrigan CP. Effects of reducing or eliminating resident work shifts over 16 hours: a systematic review. *Sleep.* 2010

Aug;33(8):1043-53. doi: 10.1093/sleep/33.8.1043.

124. Bolster L, Rourke L. The Effect of Restricting Residents' Duty Hours on Patient Safety, Resident Well-Being, and Resident Education: An Updated Systematic Review. *J Grad Med Educ.* 2015 Sep;7(3):349-63. doi: 10.4300/JGME-D-14-00612.1.

125. Lin H, Lin E, Auditore S, Fanning J. A Narrative Review of High-Quality Literature on the Effects of Resident Duty Hours Reforms. *Acad Med.* 2016 Jan;91(1):140-50. doi: 10.1097/ACM.0000000000000937. PMID: 26445081.

126. Rodriguez-Jareño MC, Demou E, Vargas-Prada S, Sanati KA, Skerjanc A, Reis PG, Helimäki-Aro R, Macdonald EB, Serra C. European Working Time Directive and doctors' health: a systematic review of the available epidemiological evidence. *BMJ Open.* 2014 Jul 7;4(7):e004916. doi: 10.1136/bmjopen-2014-004916.

127. Harris JD, Staheli G, LeClere L, Andersone D, McCormick F. What effects have resident work-hour changes had on education, quality of life, and safety? A systematic review. *Clin Orthop Relat Res.* 2015 May;473(5):1600-8. doi: 10.1007/s11999-014-3968-0. PMID: 25269530; PMCID: PMC4385350.

128. Liu BJ, Ordon M, Bodley J, Liu G, Kroft J. Impact of Resident Overnight Duty Hour Changes on Obstetrical Outcomes: A Population-Based Cohort Study. *J Obstet Gynaecol Can.* 2018 Dec;40(12):1586-1591. doi: 10.1016/j.jogc.2018.02.001. Epub 2018 Jul 17. PMID: 30025868.

129. Landrigan CP, Rahman SA, Sullivan JP, Vittinghoff E, Barger LK, Sanderson AL, Wright KP Jr, O'Brien CS, Qadri S, St Hilaire MA, Halbower AC, Segar JL, McGuire JK, Vitiello MV, de la Iglesia HO, Poynter SE, Yu PL, Zee PC, Lockley SW, Stone KL, Czeisler CA; ROSTERS Study Group. Effect on Patient Safety of a Resident Physician Schedule without 24-Hour Shifts. *N Engl J Med.* 2020 Jun 25;382(26):2514-2523. doi: 10.1056/NEJMoa1900669.