



ДОИНТЕРВЕНЦИОННАЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ АТРИОВЕНТРИКУЛЯРНЫХ БЛОКАД I, II И III СТЕПЕНИ В БОЛЬНИЦАХ УРОВНЕЙ IV И V ОКРУГА КАКАМЕГА

Б.К. Вамальва, Х.Ч. Чепкейтани, Д.К. Чоге

Университет науки и технологий им. Масинде Мулиро, улица Вебуге-Кисуму, а/я 190, Какамега, 50100, Кения

РЕЗЮМЕ

Введение. Нарушения проводимости сердца, в частности атриовентрикулярные блокады, во многих системах здравоохранения с ограниченными ресурсами часто остаются недиагностированными, несмотря на их значительный вклад в заболеваемость и смертность. Точная интерпретация электрокардиограмм (ЭКГ) играет центральную роль в раннем выявлении этих нарушений, однако многие медицинские работники первичного звена по-прежнему испытывают трудности при идентификации и классификации паттернов атриовентрикулярной блокады.

Материалы и методы. В исследовании применён смешанный квазиэкспериментальный дизайн, сочетающий поперечную оценку исходного уровня компетентности с предтестовым подходом для оценки изменений в способности медицинских работников прогнозировать риск атриовентрикулярной блокады по данным ЭКГ.

Результаты. Анализ был направлен на определение того, связаны ли различия в исходной (доинтервенционной) компетентности с профессиональной категорией респондентов и их стажем работы. Общее качество модели подтверждается статистически значимым результатом скорректированной модели ($F(13; 114)=8,975$; $p<0,001$), что указывает на то, что включённые в модель независимые переменные значимо объясняют вариацию исходных показателей компетентности респондентов.

Выводы. Между респондентами были выявлены значимые различия в исходном уровне компетентности в зависимости от профессиональной категории и стажа работы, что свидетельствует о важной роли обоих этих факторов в формировании исходного уровня компетентности до проведения интервенции.

Ключевые слова (русский / English / MeSH): атриовентрикулярная блокада / Atrioventricular Block / D054537; нарушения проводимости сердца / Heart Block / D006327; электрокардиография / Electrocardiography / D004562; клиническая компетентность / Clinical Competence / D002983; медицинский персонал / Health Personnel / D006282; искусственный интеллект / Artificial Intelligence / D001185; компьютерная диагностика / Diagnosis, Computer-Assisted / D003936; системы поддержки принятия клинических решений / Decision Support Systems, Clinical / D020421; обучение на рабочем месте (повышение квалификации) / Inservice Training / D007215; Кения / Kenya / D007723.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Вамальва Б.К., Чепкейтани Х.Ч., Чоге Д.К. Доинтервенционная электрокардиографическая идентификация атриовентрикулярных блокад I, II и III степени в больницах уровней IV и V округа Какамега. Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье. 2026;16(2):129-145. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2026.2.CLIN.9>

PRE-INTERVENTIONAL ELECTROCARDIOGRAPHY IDENTIFICATION OF FIRST, SECOND, AND THIRD-DEGREE HEART BLOCK IN LEVEL IV & V HOSPITALS IN KAKAMEGA COUNTY

Benjamin K. Wamalwa, Harun C. Chepkeitany, Joseph K. Choge

Masinde Muliro University of Science & Technology, Webuye-Kisumu Road, PO Box 190, Kakamega, 50100, Kenya

ABSTRACT

Introduction. Cardiac conduction disorders, particularly heart blocks, are frequently underdiagnosed in many resource-limited health systems despite being significant contributors to morbidity and mortality. Accurate interpretation of electrocardiograms (ECGs) is central to early detection, yet many front-line healthcare providers continue to experience challenges in identifying and classifying heart block patterns.

Materials and Methods. The study adopted a mixed-methods quasi-experimental research design. It combined a cross-sectional baseline assessment with a pre-test intervention approach to evaluate changes in healthcare providers' competence in ECG-based heart block risk prediction.

Results. The analysis was conducted to determine whether differences in pre-intervention competence were associated with respondents' professional category and years of experience. The overall fit is indicated by the results of corrected model which was statistically significant ($F(13;114) = 8.975$, $p<0.001$), indicating that the independent variables included in the model significantly explained variation in respondents' baseline competence scores.

Conclusions. There were significant differences in baseline competence among respondents based on their professional category and years of experience, suggesting that both factors play an important role in shaping initial competence levels prior to the intervention.

Keywords (Russian / English / MeSH): атриовентрикулярная блокада / Atrioventricular Block / D054537; нарушения проводимости сердца / Heart Block / D006327; электрокардиография / Electrocardiography / D004562; клиническая компетентность / Clinical Competence / D002983; медицинский персонал / Health Personnel / D006282; искусственный интеллект / Artificial Intelligence / D001185; компьютерная диагностика / Diagnosis, Computer-Assisted / D003936; системы поддержки принятия клинических решений / Decision Support Systems, Clinical / D020421; обучение на рабочем месте (повышение квалификации) / Inservice Training / D007215; Кения / Kenya / D007723.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it necessary.

Cite as: Wamalwa B.K., Chepkeitany H.C., Choge J.K. Pre-Interventional Electrocardiography Identification of First, Second, and Third-Degree Heart Block in Level IV & V Hospitals in Kakamega County. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health*. 2026;16(2):129-145. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2026.2.CLIN.9>



INTRODUCTION

Heart block is a critical cardiac condition characterized by impaired electrical conduction in the heart, which can lead to severe complications such as heart failure, syncope, and sudden cardiac death if not detected and managed early [1, 2]. It is classified into three degrees – first, second, and third, each representing increasing levels of severity [3]. Electrocardiography (ECG) is the gold standard for diagnosing heart block and other cardiac abnormalities, as it provides a non-invasive and reliable method for assessing the heart's electrical conductivity [4, 5]. However, the manual interpretation of ECGs is time-consuming, labor-intensive, and prone to human error, particularly in resource-constrained settings where access to specialized cardiology services is limited [6].

The increasing volume of ECG data generated daily by cardiac monitoring systems further exacerbates the challenge of timely and accurate diagnosis [7]. Automated detection of ECG abnormalities has the potential to assist healthcare workers in managing this data overload, enabling faster and more accurate diagnosis of heart block. Early detection is crucial for timely intervention, which can significantly improve patient outcomes and reduce the burden on healthcare systems [8, 9].

STATEMENT OF THE PROBLEM

Electrocardiography (ECG) is a critical diagnostic tool for identifying cardiac conduction disorders such as heart block, where accurate interpretation is essential for timely and appropriate clinical management. In county-level hospitals in Kenya, particularly Level IV and V facilities, healthcare providers are often responsible for initial ECG interpretation despite limited specialist support. However, existing evidence indicates persistent gaps in ECG interpretation competence, resulting in misclassification, delayed referrals, and compromised patient outcomes [10].

Conventional ECG training approaches in these settings are largely theoretical, irregular, and insufficiently aligned with competency-based learning principles, leading to poor skill acquisition and retention. Consequently, healthcare providers frequently lack confidence and consistency in identifying different degrees of heart block in routine clinical practice [11].

Advances in artificial intelligence (AI) have demonstrated significant potential to support ECG interpretation through real-time decision support and diagnostic feedback. While AI-assisted ECG tools have shown high accuracy in controlled and high-resource environments, there is limited empirical evidence on their effectiveness in enhancing healthcare providers' diagnostic competence within resource-limited, real-world hospital

settings. Furthermore, existing studies primarily emphasize algorithmic performance, with inadequate attention to healthcare providers' acceptance, readiness, and integration of AI tools into clinical workflows [12].

In Kakamega County, no systematic study has assessed healthcare providers' baseline competence in heart block ECG identification or evaluated the effectiveness of AI-assisted decision support as a training and clinical aid in county referral hospitals. This lack of context-specific evidence constrains informed integration of AI into medical education and clinical practice.

MATERIALS AND METHODS

Data collecting

This descriptive cross-sectional study was authorized by the Institutional Scientific and Ethics Review Committee (Ref No: MMU/COR: 40312 Vol 6(01)), Kakamega County Institutional Scientific and Ethics Review Committee (Ref No: ISREC/350/02/2026 and National Commission for Science, Technology and Innovation (REF No: NACOSTI/P/26/4184005). The sample size was adopted from Yamane's 1967 method of sample collection. The study was conducted in Kakamega County Teaching and Referral Hospital and Mumias Level IV healthcare facilities within Kakamega County that routinely manage cardiac and acute care cases and maintain the necessary infrastructure to support ECG-based clinical activities. These hospitals were chosen based on their consistent utilisation of ECG services, availability of trained personnel, and established workflows for handling cardiovascular patients.

RESULTS

Professional Cadre and experience

The study sought to establish the professional categories of respondents involved in the research. The findings are shown in Table 1.

Table 1 presents the distribution of respondents by professional cadre and their work experience. The findings provide important insights into the experience levels of different healthcare professionals involved in the study, which is relevant in understanding their exposure to clinical practice, ECG interpretation, and readiness to adopt AI-assisted diagnostic tools. The results show that all respondents with **one year of experience** were medical officers, accounting for 10 respondents (100%). This suggests that newly employed or recently qualified staff in the selected hospitals were largely concentrated within the medical officer cadre. Since early-career professionals may still be building confidence and competence in ECG interpretation, this group significantly benefited from structured training interventions.

Table 1. Professional cadre and experience

		Cadre of respondents				
Experience of the respondents		Physiotherapist	Medical officer	Radiographers	Clinical Officers	Nursing Officers
	1 year	0	10 (100%)	0	0	0
	2-3 years	3 (8.3%)	6 (16.7%)	4 (11.4%)	13 (36.1%)	10 (27.8%)
	4-6 years	4 (17.4%)	0	0	7 (30.4%)	12 (52.2%)
	Above 6 years	3 (5.1%)	1 (1.7%)	10 (16.9%)	9 (15.3%)	36 (61%)

Among respondents with **2-3 years of experience**, clinical officers formed the largest proportion with 13 respondents (36.1%), followed by nursing officers with 10 respondents (27.8%). Medical officers accounted for 6 respondents (16.7%), radiographers 4 respondents (11.4%), and physiotherapists 3 respondents (8.3%). This indicates that mid-level experience was common among clinical officers and nurses, who are key frontline providers in patient assessment and monitoring. Their representation is important because they frequently encounter patients requiring ECG evaluation. For respondents with **4-6 years of experience**, nursing officers formed the majority with 12 respondents (52.2%), followed by clinical officers with 7 respondents (30.4%), and physiotherapists with 4 respondents (17.4%). No medical officers or radiographers fell within this category. The dominance of nurses in this group suggests a stable and experienced nursing workforce in the selected hospitals. Their accumulated clinical experience may positively influence patient monitoring, early recognition of abnormalities, and willingness to engage in advanced training programs.

Among respondents with **above 6 years of experience**, nursing officers again formed the majority with 36 respondents (61%), followed by radiographers with 10 respondents (16.9%), clinical officers with 9 respondents (15.3%), physiotherapists with 3 respondents (5.1%), and medical officers with 1 respondent (1.7%). This finding indicates that the most experienced workforce was concentrated among nurses, with notable experience also among radiographers and clinical officers. The high number of experienced nurses reflects their long-term retention in hospital service and central role in patient care.

Baseline competence was assessed using pre-test ECG interpretation assessments, focusing on diagnostic accuracy, classification ability, and confidence in identifying first-degree, second-degree, and third-degree heart block. Establishing the baseline level of competence was important in determining existing knowledge gaps and the need for targeted training interventions.

To analyse this objective, a **pre-intervention ECG competence test** was administered to respondents. The data obtained were analysed using descriptive statistics such as frequencies, percentages, means, and standard deviations to determine the baseline competence levels of healthcare providers in identifying first, second, and third degree heart block. Where necessary, group differences based on demographic characteristics were examined using inferential statistics such as ANOVA. The results are shown in Table 2.

Descriptive statistics was used to assess the baseline competence of healthcare providers before the intervention. The findings showed that the mean pre-knowledge score on heart block was 26.41 (SD=16.624), while the mean pre-skill score on heart block identification was 17.03 (SD=13.878), indicating low baseline competence in ECG identification of heart block.

The researcher also sought to find out whether competence differs among different demographic characteristics. A Two-Way ANOVA was conducted to examine the effects of **professional cadre**, education level and **work experience** on respondents' baseline pre-intervention knowledge scores. The results are shown in Table 3.

Table 3 presents the mean scores and standard deviations of respondents according to their professional cadre and years of work experience. The analysis was important in establishing whether baseline competence differed across professional groups and levels of experience. The findings indicate clear variations in mean scores across cadres, suggesting that professional training and job responsibilities may influence competence in ECG interpretation. Among physiotherapists, respondents with **2-3 years of experience** recorded the highest mean score (**21.67±7.64**), followed by those with **4-6 years** (**18.75±4.79**) and **above 6 years** (**15.00±5.00**). The overall mean score for physiotherapists was **18.50±5.80**, indicating relatively low competence compared to other cadres. This may be because ECG interpretation is not a primary responsibility within physiotherapy practice, where the focus is more on rehabilitation and supportive care.

Table 2. Descriptive statistics on baseline competence

	Mean	Std. Deviation
Pre-knowledge score	26.41	16.624
Pre-skill score	17.03	13.878

Table 3. Descriptive Statistics for Pre-Knowledge Scores by Cadre and Experience

Cadre of respondents	Experience of the respondents	Mean	Std. Deviation
Physiotherapist	2-3 years	21.67	7.638
	4-6 years	18.75	4.787
	Above 6 years	15.00	5.000
	Total	18.50	5.798
Medical officer	1 year	45.00	19.003
	2-3 years	49.17	11.583
	Above 6 years	60.00	0.000
	Total	47.35	16.117
Radiographers	2-3 years	30.00	7.071
	Above 6 years	36.50	10.014
	Total	34.64	9.500
Clinical Officers	2-3 years	27.69	16.023
	4-6 years	46.43	14.351
	Above 6 years	27.22	16.976
	Total	32.07	17.450
Nursing Officers	2-3 years	19.00	10.488
	4-6 years	18.33	10.075
	Above 6 years	15.69	9.867
	Total	16.81	9.943

On the other hand, Medical officers recorded the highest mean scores across all professional cadres. Respondents with **above 6 years of experience** had the highest mean score (**60.00**), followed by those with **2-3 years** (**49.17±11.58**) and **1 year of experience** (**45.00±19.00**). The overall mean score for medical officers was **47.35±16.12**. These findings suggest that medical officers had the strongest baseline competence in ECG interpretation, which is expected because their professional training and routine clinical duties involve diagnosis, patient assessment, and decision-making. Increased experience further appears to strengthen competence among this cadre. Among radiographers, respondents with **above 6 years of experience** recorded a higher mean score (**36.50±10.01**) compared to those with **2-3 years of experience** (**30.00±7.07**). The overall mean score was **34.64±9.50**. This indicates moderate competence among radiographers, likely due to their diagnostic orientation and regular interaction with clinical technologies. Although ECG interpretation may not be their primary role, their technical background may enhance familiarity with diagnostic procedures.

For clinical officers, respondents with **4-6 years of experience** achieved the highest mean score (**46.43±14.35**), while those with **2-3 years** scored **27.69±16.02**, and those with **above 6 years** recorded **27.22±16.98**. The overall mean score for clinical officers was **32.07±17.45**. The results suggest that competence among clinical officers improved with moderate experience but did not continue increasing among those with longer service. This may reflect differences in

exposure to ECG-related tasks, transfer of duties, or lack of continuous refresher training over time. Among nursing officers, respondents with **2-3 years of experience** recorded the highest mean score (**19.00±10.49**), followed closely by those with **4-6 years** (**18.33±10.08**) and **above 6 years** (**15.69±9.87**). The overall mean score was **16.81±9.94**, which was among the lowest across all cadres. This may be because although nurses are highly involved in patient monitoring and ECG acquisition, final ECG interpretation and diagnostic decisions are often performed by clinicians and medical officers.

Across all cadres, **medical officers recorded the highest overall mean score**, followed by **radiographers, clinical officers, physiotherapists, and nursing officers**. This indicates that cadres directly involved in clinical diagnosis and treatment decisions had higher baseline competence in ECG interpretation than those whose roles are more supportive or technical. The results also show that greater experience did not always correspond to higher competence. While competence increased steadily among medical officers and radiographers, some cadres such as clinical officers, physiotherapists, and nursing officers performed best at moderate experience levels (2-6 years). This suggests that regular practice, continued exposure, and ongoing professional development may be more important than years of service alone.

Since the significance value was greater than 0.05 ($p=0.205$), the assumption of homogeneity of variances was met. Therefore, the data was suitable for Two-Way ANOVA analysis.

Table 4. Levene's Test of Equality of Error Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pre-knowledge score	1.343	12	114	0.205

Table 5. Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	17751.780 ^a	13	1365.522	8.975	0.000	0.506
Intercept	72636.202	1	72636.202	477.399	0.000	0.807
cadre	8947.508	4	2236.877	14.702	0.000	0.340
experience	816.749	3	272.250	1.789	0.153	0.045
cadre * experience	1475.728	6	245.955	1.617	0.149	0.078
Error	17345.095	114	152.150			
Total	124350.000	128				
Corrected Total	35096.875	127				

a. R Squared = 0.506 (Adjusted R Squared = 0.449)

Table 5 presents the Two-Way ANOVA results examining the effects of **professional cadre**, **work experience**, and their interaction on respondents' baseline competence scores. The analysis was conducted to determine whether differences in pre-intervention competence were associated with respondents' professional category and years of experience. The overall fit is indicated by the results of corrected model which was statistically significant (**F (13;114)=8.975, p<0.001**), indicating that the independent variables included in the model significantly explained variation in respondents' baseline competence scores. The model accounted for **50.6%** of the total variance in competence scores (**R²=0.506**), while the adjusted R² of **0.449** shows that after adjusting for the number of predictors, approximately 44.9% of the variation in baseline competence was still explained by cadre, experience, and their interaction. This suggests that the model had good explanatory power.

The results show that professional cadre had a statistically significant effect on baseline competence (**F (4;114)=14.702, p<0.001**) with a **partial eta squared of 0.340**. This indicates a strong effect size, meaning that differences in professional cadre explained a substantial proportion of the variation in competence scores. The finding further implies that respondents from different professional groups had significantly different levels of baseline competence in ECG interpretation. Cadres directly involved in clinical diagnosis and patient management, such as medical officers and clinical officers, were likely to have higher competence than those whose roles are more supportive or technical, such as nursing officers and physiotherapists. This result highlights the importance of professional training in shaping ECG interpretation skills.

The effect of work experience was not statistically significant (**F (3;114)=1.789, p=0.153**) with a partial eta squared of **0.045**. This indicates that years of experience alone did not significantly influence respondents' baseline competence scores. Although some differ-

ences in mean scores may exist across experience categories, these differences were not strong enough to be considered statistically meaningful. The results suggest that merely spending more years in service does not automatically translate into better ECG interpretation competence. Continuous exposure to ECG-related tasks, refresher training, and professional development may be more important than length of service alone.

The interaction between professional cadre and experience was also not statistically significant (**F (6;114)=1.617, p=0.149**), with a partial eta squared of **0.078**. This means that the effect of professional cadre on competence did not significantly depend on respondents' years of experience. In other words, the differences observed among professional cadres were relatively consistent across all experience groups. This finding indicates that the advantage of certain cadres in baseline competence was not substantially altered by whether respondents had fewer or more years of experience. Professional background remained the stronger determinant of competence compared to experience.

The researcher also sought to find out whether competence differs among different demographic characteristics. A Two-Way ANOVA was conducted to examine the effects of **professional cadre**, education level and **work experience** on respondents' baseline pre-intervention skill scores. The results are shown in Table 6.

Table 6 presents the descriptive statistics for respondents' **pre-skills scores** according to professional cadre and years of work experience. The analysis was intended to assess respondents' baseline practical competence in ECG interpretation before the intervention. Practical skills are essential in identifying first, second, and third-degree heart block accurately and in making timely clinical decisions. The findings reveal clear differences in mean scores across professional groups and experience levels. Among physiotherapists, respondents with **2-3 years of experience** recorded the highest mean pre-skills score (**25.00±10.00**), followed

by those with **4-6 years** (8.75 ± 2.50) and **above 6 years** (4.17 ± 1.44). The overall mean score for physiotherapists was 12.25 ± 10.30 . These results indicate relatively low baseline practical competence among physiother-

apists. This may be because ECG interpretation is not a routine component of physiotherapy duties, which are more focused on rehabilitation and patient recovery.

Table 6. Descriptive Statistics for Pre-skills on Heart Block Identification Scores by Cadre and Experience

Cadre of respondents	Experience of the respondents	Mean	Std. Deviation
Physiotherapist	2-3 years	25.00	10.000
	4-6 years	8.75	2.500
	Above 6 years	4.17	1.443
	Total	12.25	10.304
Medical officer	1 year	32.00	17.353
	2-3 years	28.33	16.330
	Above 6 years	50.00	0.000
	Total	31.76	16.672
Radiographers	2-3 years	18.75	6.292
	Above 6 years	19.00	12.649
	Total	18.93	10.951
Clinical Officers	2-3 years	15.77	12.050
	4-6 years	32.86	14.960
	Above 6 years	17.78	16.029
	Total	20.52	15.315
Nursing Officers	2-3 years	17.00	8.233
	4-6 years	10.00	7.687
	Above 6 years	10.21	9.380
	Total	11.34	9.107

On the other hand, medical officers recorded the highest overall practical skills scores among all cadres. Respondents with **above 6 years of experience** had the highest mean score (50.00), followed by those with **1 year of experience** (32.00 ± 17.35) and **2-3 years** (28.33 ± 16.33). The total mean score for medical officers was 31.76 ± 16.67 . This suggests that medical officers possessed the strongest baseline ECG practical skills, likely due to their training in clinical diagnosis and regular involvement in interpreting investigations and making treatment decisions. Experience appears to enhance practical competence within this cadre. The results also shows that among radiographers, respondents with **above 6 years of experience** scored slightly higher (19.00 ± 12.65) than those with **2-3 years of experience** (18.75 ± 6.29). The overall mean score was 18.93 ± 10.95 . These findings indicate moderate practical competence among radiographers. Their familiarity with diagnostic technologies and hospital investigations may contribute to their ability to engage with ECG-related tasks, even though ECG interpretation may not be their primary role.

For clinical officers, respondents with **4-6 years of experience** recorded the highest mean score (32.86 ± 14.96), while those with **above 6 years** scored 17.78 ± 16.03 , and those with **2-3 years** scored 15.77 ± 12.05 . The total mean score for clinical officers was 20.52 ± 15.32 . This suggests that clinical officers achieved their highest level of practical competence at moderate experience levels, possibly because they are actively involved in patient assessment and diagnosis during these years. The lower scores among those with

more experience may reflect reduced exposure to ECG tasks or insufficient refresher training. Among nursing officers, respondents with **2-3 years of experience** recorded the highest mean score (17.00 ± 8.23), followed by those with **above 6 years** (10.21 ± 9.38) and **4-6 years** (10.00 ± 7.69). The overall mean score was 11.34 ± 9.11 , which was among the lowest across all cadres. This suggests that nursing officers had limited baseline ECG practical skills. Although nurses are central to patient monitoring and ECG acquisition, final interpretation and decision-making are often performed by clinicians and medical officers.

Across all professional groups, **medical officers recorded the highest overall mean pre-skills score**, followed by **clinical officers, radiographers, physiotherapists, and nursing officers**. This pattern shows that cadres directly involved in diagnosis and treatment decisions demonstrated stronger baseline practical competence than those in supportive or technical roles. The findings also indicate that longer work experience did not always result in better practical competence. While experience had a positive influence among medical officers, some cadres such as clinical officers, physiotherapists, and nursing officers performed best at moderate levels of experience. This suggests that regular hands-on practice, continued exposure, and refresher training are more important than years of service alone.

Since the significance value was greater than 0.05 ($p=0.070$), the assumption of homogeneity of variances was met. Therefore, the data was suitable for Two-Way ANOVA analysis.

Table 7. Levene's Test of Equality of Error Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Pre-skill score	1.729	12	114	.070

Table 8. Tests of Between-Subjects Effects

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	9153.967 ^a	13	704.151	5.245	0.000	0.374
Intercept	32003.368	1	32003.368	238.372	0.000	0.676
cadre	3543.795	4	885.949	6.599	0.000	0.188
experience	256.662	3	85.554	0.637	0.593	0.016
cadre * experience	2701.248	6	450.208	3.353	0.004	0.150
Error	15305.408	114	134.258			
Total	61587.500	128				
Corrected Total	24459.375	127				

a. R Squared = .374 (Adjusted R Squared = 0.303)

Table 8 presents the Two-Way ANOVA results examining the effects of **professional cadre**, **work experience**, and their interaction on respondents' **pre-skills scores**. The purpose of this analysis was to determine whether baseline practical competence in ECG interpretation differed according to respondents' professional category and years of experience before the intervention. The overall fit is indicated by the results of corrected model which was statistically significant (**F (13;114)=5.245, p<0.001**) indicating that the independent variables included in the model significantly explained variation in respondents' pre-skills scores. The model accounted for **37.4%** of the total variance in baseline practical competence (**R²=0.374**). After adjusting for the number of predictors, the adjusted R² of **0.303** indicates that approximately 30.3% of the variation in pre-skills scores was explained by cadre, experience, and their interaction. This suggests that the model had moderate explanatory power.

Professional cadre had a statistically significant effect on respondents' pre-skills scores (**F (4;114)=6.599, p<0.001**) with a **partial eta squared of 0.188**. This indicates a moderate effect size, meaning that differences in professional category explained a meaningful proportion of the variation in baseline practical competence. This finding implies that respondents from different professional groups had significantly different levels of practical ECG skills before the intervention. Cadres directly involved in diagnosis and clinical decision-making, such as medical officers and clinical officers, were likely to demonstrate stronger practical skills than cadres whose roles are more supportive or technical, such as nursing officers and physiotherapists. On the other hand, the effect of work experience was not statistically significant (**F (3;114)=0.637, p=0.593**) with a partial eta squared of **0.016**. This shows that years of experience alone did not significantly influence respondents' baseline practical skills. Although respondents with more years of service may have had some clinical exposure, these differences were not strong

enough to produce statistically significant variation in competence. This result suggests that practical ECG competence is not automatically acquired through time in service. Instead, continuous engagement with ECG tasks, hands-on practice, and targeted refresher training may be more important determinants of skill development than years of experience alone. The interaction between professional cadre and work experience was statistically significant (**F (6;114)=3.353, p=0.004**) with a **partial eta squared of 0.150**. This indicates a moderate effect size and means that the influence of professional cadre on pre-skills scores varied depending on respondents' years of experience.

From the results, some cadres may have shown stronger improvement in skills with increasing experience than others. For example, experience may have contributed more positively to practical competence among medical officers and radiographers than among nursing officers or physiotherapists. These finding highlights that the relationship between professional background and competence is shaped by the nature of clinical exposure within each cadre. The findings demonstrate that **professional cadre was a significant determinant of baseline practical competence**, while work experience alone was not. However, the significant interaction effect indicates that the impact of professional cadre on competence depended on years of experience. This means that experience influenced different cadres in different ways rather than having a uniform effect across all respondents. These results underscore the importance of designing training programs that are sensitive to both professional background and practical exposure. Cadres with lower baseline practical skills, such as nursing officers and physiotherapists, may require more intensive foundational training, while higher-performing cadres may benefit from advanced case-based learning and specialization modules.

CONCLUSION

The findings presented provide important insights into the determinants of baseline practical competence in ECG interpretation among healthcare professionals prior to the intervention. The Two-Way ANOVA results demonstrate that the combined effects of professional cadre, work experience, and their interaction significantly influenced respondents' pre-skills scores. The overall model was statistically significant ($F(13;114)=5.245$, $p<0.001$), indicating that these factors collectively explained a meaningful proportion of the variation in baseline competence. With an R^2 value of 0.374 and an adjusted R^2 of 0.303, the model exhibited moderate explanatory power, suggesting that approximately one-third of the variability in pre-intervention practical skills can be attributed to differences in professional background and experience.

A key conclusion from this analysis is that professional cadre is a strong and significant determinant of baseline ECG competence. The statistically significant effect of cadre ($F(4;114)=6.599$, $p<0.001$), coupled with a moderate effect size (partial eta squared = 0.188), indicates that healthcare professionals enter training with varying levels of practical skill depending on their roles. This suggests that cadres more directly engaged in diagnostic and clinical decision-making tend to possess higher baseline competence compared to those in more supportive or rehabilitative roles. Therefore, professional training and routine clinical responsibilities appear to play a critical role in shaping practical ECG interpretation skills.

In contrast, years of work experience alone did not significantly influence baseline competence ($F(3;114)=0.637$, $p=0.593$), and the associated effect size was minimal (partial eta squared = 0.016). This finding challenges the common assumption that experience naturally leads to improved clinical competence. Instead, it suggests that mere duration of service is insufficient to guarantee skill acquisition in ECG interpretation. Competence in this area is likely dependent on the frequency of task performance, access to learning opportunities, and engagement in continuous professional development rather than time spent in practice alone.

Importantly, the interaction between professional cadre and work experience was statistically significant ($F(6;114)=3.353$, $p=0.004$) with a moderate effect size (partial eta squared = 0.150). This indicates that the relationship between cadre and competence is not uniform but varies depending on levels of experience. In other words, experience enhances practical skills differently across professional groups. Some cadres may benefit more from increased years of practice due to greater exposure to ECG-related tasks, while others may show limited improvement without targeted training. This highlights the complexity of competence development and underscores the importance of considering both professional role and experiential context simultaneously.

Overall, the results lead to the conclusion that baseline practical competence in ECG interpretation is primarily influenced by professional cadre, with experience playing a conditional rather than independent role. The significant interaction effect further emphasizes that competence development is shaped by how experience is integrated within specific professional contexts. These findings have important implications for training and capacity-building initiatives. Specifically, they suggest the need for tailored educational interventions that account for differences in professional background and clinical exposure. Cadres with lower baseline competence may require structured foundational training, while those with higher initial skills may benefit from more advanced, case-based or specialized learning approaches. Ultimately, a differentiated and context-sensitive training strategy is essential for improving overall clinical competence in ECG interpretation.

ETHICAL APPROVAL AND FUNDING

Approvals to collect data were obtained from the Institutional Scientific and Ethics Review Committee (Ref No: MMU/COR: 40312 Vol 6(01)), Kakamega County Institutional Scientific and Ethics Review Committee (Ref No: ISREC/350/02/2026 and National Commission for Science, Technology and Innovation (REF No: NACOS-TI/P/26/4184005).

ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

ВВЕДЕНИЕ

Атриовентрикулярная блокада – это серьёзное нарушение сердечной деятельности, характеризующееся нарушением проведения электрического импульса в сердце, которое при несвоевременном выявлении и лечении может приводить к тяжёлым осложнениям, таким как сердечная недостаточность, синкопальные состояния и внезапная сердечная смерть [1, 2]. Она классифицируется по трём степеням тяжести – первой, второй и третьей, отражающим нарастающую тяжесть нарушения [3]. Электрокардиография (ЭКГ) остаётся золотым стандартом диагностики атриовентрикулярной блокады и других нарушений сердечной деятельности, поскольку обеспечивает неинвазивный и надёжный метод оценки электрической проводимости сердца [4, 5]. Тем не менее ручная интерпретация ЭКГ требует значительных затрат времени и сил и подвержена влиянию человеческого фактора, особенно в условиях ограниченных ресурсов, где доступ к специализированной кардиологической помощи затруднён [6].

Растущий объём данных ЭКГ, ежедневно генерируемых системами кардиомониторинга, дополнительно усугубляет проблему своевременной и точной диагностики [7]. Автоматизированное выявление отклонений на ЭКГ потенциально способно помочь медицинским работникам справляться с этим избытком данных, обеспечивая более быструю и точную диагностику атриовентрикулярной блокады. Раннее выявление имеет решающее значение для своевременного вмешательства, которое может существенно улучшить исходы у пациентов и снизить нагрузку на систему здравоохранения [8, 9].

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Электрокардиография (ЭКГ) является важнейшим диагностическим инструментом для выявления нарушений проводимости сердца, в том числе атриовентрикулярной блокады, при которых точная интерпретация необходима для своевременного и адекватного клинического ведения пациента. В районных больницах Кении, в частности учреждений уровней IV и V, первичную интерпретацию ЭКГ часто выполняют медицинские работники при ограниченной поддержке специалистов. Однако имеющиеся данные указывают на устойчивые пробелы в компетентности в области интерпретации ЭКГ, что приводит к ошибкам классификации, задержкам направления к специалистам и ухудшению исходов у пациентов [10].

Традиционные подходы к обучению интерпретации ЭКГ в таких условиях носят преимущественно

теоретический, нерегулярный характер и недостаточно соответствуют принципам компетентностного обучения, что приводит к слабому формированию и закреплению практических навыков. Вследствие этого медицинские работники часто демонстрируют недостаточную уверенность и непостоянство при идентификации различных степеней атриовентрикулярной блокады в повседневной клинической практике [11].

Достижения в области искусственного интеллекта (ИИ) продемонстрировали значительный потенциал для поддержки интерпретации ЭКГ за счёт систем принятия решений в реальном времени и диагностической обратной связи. Хотя инструменты ИИ для анализа ЭКГ показывают высокую точность в контролируемых условиях с достаточными ресурсами, эмпирических данных об их эффективности в повышении диагностической компетентности медицинских работников в реальных условиях с ограниченными ресурсами крайне мало. Кроме того, существующие исследования преимущественно сосредоточены на оценке алгоритмической эффективности, уделяя недостаточное внимание принятию, готовности и интеграции инструментов ИИ медицинскими работниками в клиническую практику [12].

В округе Какамега до настоящего времени не проводилось систематического исследования исходного уровня компетентности медицинских работников в идентификации атриовентрикулярной блокады по ЭКГ, равно как и оценки эффективности систем поддержки принятия решений на основе ИИ как инструмента обучения и клинической помощи в районных больницах. Отсутствие данных, специфичных для данного контекста, ограничивает обоснованную интеграцию ИИ в медицинское образование и клиническую практику.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**Сбор данных**

Данное описательное поперечное исследование было одобрено Институциональным научно-этическим комитетом (исх. № MMU/COR: 40312, том 6(01)), Научно-этическим комитетом округа Какамега (исх. № ISREC/350/02/2026) и Национальной комиссией по науке, технологиям и инновациям (исх. № NACOSTI/P/26/4184005). Объём выборки рассчитан по методу Ямане (1967). Исследование проводилось на базе Учебно-консультативной больницы округа Какамега и медицинских учреждений уровня IV в Мумиасе в составе округа Какамега, которые на регулярной основе ведут кардиологических и неотложных пациентов и обладают необходимой инфраструктурой для ЭКГ-диагностики. Эти больницы

были отобраны исходя из стабильного использования услуг ЭКГ, наличия обученного персонала и налаженных процессов работы с кардиологическими пациентами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Профессиональная категория и стаж работы

В рамках исследования была поставлена задача установить профессиональные категории респондентов, принявших участие в исследовании. Результаты представлены в таблице 1.

В таблице 1 представлено распределение респондентов по профессиональной категории и стажу работы. Полученные данные дают важное представление об уровне опыта различных категорий

медицинских работников, участвовавших в исследовании, что значимо для понимания их вовлечённости в клиническую практику, интерпретацию ЭКГ и готовности к внедрению диагностических инструментов на основе ИИ. Результаты показывают, что все респонденты со стажем один год относились к категории врачей (medical officers) – 10 человек (100%). Это говорит о том, что недавно принятые на работу или недавно получившие квалификацию сотрудники выбранных больниц были сосредоточены преимущественно среди врачей. Поскольку специалисты на раннем этапе карьеры могут ещё формировать уверенность и компетентность в интерпретации ЭКГ, эта группа в значительной степени выиграла от структурированных обучающих интервенций.

Таблица 1. Профессиональная категория и стаж работы

Стаж работы респондентов	Физиотерапевт	Врач (medical officer)	Рентгенолаборант	Клинический офицер	Медсестра/медбрат
1 год	0	10 (100%)	0	0	0
2-3 года	3 (8,3%)	6 (16,7%)	4 (11,4%)	13 (36,1%)	10 (27,8%)
4-6 лет	4 (17,4%)	0	0	7 (30,4%)	12 (52,2%)
Более 6 лет	3 (5,1%)	1 (1,7%)	10 (16,9%)	9 (15,3%)	36 (61%)

Среди респондентов со стажем 2-3 года наибольшую долю составили клинические офицеры – 13 человек (36,1%), за ними следуют медсёстры/медбратья – 10 человек (27,8%). Врачи составили 6 человек (16,7%), рентгенолаборанты – 4 человека (11,4%), физиотерапевты – 3 человека (8,3%). Это указывает на то, что средний уровень стажа был распространён среди клинических офицеров и медсестринского персонала – ключевых работников первичного звена, занятых оценкой состояния и наблюдением пациентов. Их представленность важна, поскольку они часто сталкиваются с пациентами, нуждающимися в ЭКГ-обследовании. Среди респондентов со стажем 4-6 лет большинство составили медсёстры/медбратья – 12 человек (52,2%), за ними клинические офицеры – 7 человек (30,4%) и физиотерапевты – 4 человека (17,4%). Врачей и рентгенолаборантов в этой категории не было. Преобладание медсестринского персонала в этой группе свидетельствует о стабильном и опытном сестринском составе в выбранных больницах. Накопленный клинический опыт этой категории может положительно влиять на наблюдение за пациентами, раннее выявление отклонений и готовность участвовать в программах повышения квалификации.

Среди респондентов со стажем более 6 лет большинство снова составили медсёстры/медбратья – 36 человек (61%), за ними рентгенолаборанты – 10 человек (16,9%), клинические офицеры – 9 человек (15,3%), физиотерапевты – 3 человека (5,1%) и врачи – 1 человек (1,7%). Это говорит о том, что наиболее опытные кадры были сосредоточены среди медсестринского персонала,

с заметным опытом также среди рентгенолаборантов и клинических офицеров. Большое число опытных медсестёр/медбратьев отражает их долгосрочное закрепление на службе в больнице и центральную роль в оказании помощи пациентам.

Исходный уровень компетентности оценивался с помощью предтестовых заданий по интерпретации ЭКГ, ориентированных на диагностическую точность, способность к классификации и уверенность при идентификации атриовентрикулярной блокады I, II и III степени. Установление исходного уровня компетентности было важно для определения существующих пробелов в знаниях и потребности в целевых обучающих интервенциях.

Для решения этой задачи респондентам было проведено предтестовое испытание компетентности в области ЭКГ. Полученные данные были проанализированы с использованием описательной статистики – частот, процентных долей, средних значений и стандартных отклонений – для определения исходного уровня компетентности медицинских работников в идентификации атриовентрикулярной блокады I, II и III степени. При необходимости различия между группами по демографическим характеристикам анализировались с помощью статистических методов вывода, в частности дисперсионного анализа (ANOVA). Результаты представлены в таблице 2.

Описательная статистика была использована для оценки исходного уровня компетентности медицинских работников до проведения интервенции. Результаты показали, что средний исходный показатель знаний об атриовентрикулярной блокаде составил

26,41 (CO=16,624), а средний исходный показатель практических навыков идентификации блокады по ЭКГ – 17,03 (CO=13,878), что свидетельствует о низком исходном уровне компетентности в области ЭКГ-диагностики атриовентрикулярной блокады.

Исследователь также поставил задачу выяснить, различается ли уровень компетентности в зависимо-

сти от демографических характеристик. Был проведён двухфакторный дисперсионный анализ (Two-Way ANOVA) для изучения влияния профессиональной категории, уровня образования и стажа работы на исходные (доинтервенционные) показатели знаний респондентов. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 2. Описательная статистика исходного уровня компетентности

	Среднее	Стандартное отклонение
Исходный показатель знаний	26,41	16,624
Исходный показатель навыков	17,03	13,878

Таблица 3. Описательная статистика исходных показателей знаний по категориям и стажу

Профессиональная категория	Стаж работы	Среднее	Стандартное отклонение
Физиотерапевт	2-3 года	21,67	7,638
	4-6 лет	18,75	4,787
	Более 6 лет	15,00	5,000
	Всего	18,50	5,798
Врач	1 год	45,00	19,003
	2-3 года	49,17	11,583
	Более 6 лет	60,00	.
	Всего	47,35	16,117
Рентгенолаборант	2-3 года	30,00	7,071
	Более 6 лет	36,50	10,014
	Всего	34,64	9,500
Клинический офицер	2-3 года	27,69	16,023
	4-6 лет	46,43	14,351
	Более 6 лет	27,22	16,976
	Всего	32,07	17,450
Медсестра/медбрат	2-3 года	19,00	10,488
	4-6 лет	18,33	10,075
	Более 6 лет	15,69	9,867
	Всего	16,81	9,943

В таблице 3 представлены средние значения и стандартные отклонения показателей респондентов в зависимости от профессиональной категории и стажа работы. Этот анализ был важен для установления того, различается ли исходная компетентность между профессиональными группами и уровнями стажа. Полученные данные демонстрируют отчётливые различия средних показателей между категориями, что говорит о возможном влиянии профессиональной подготовки и должностных обязанностей на компетентность в интерпретации ЭКГ. Среди физиотерапевтов наивысший средний показатель отмечен у респондентов со стажем 2-3 года ($21,67 \pm 7,64$), за ними следуют сотрудники со стажем 4-6 лет ($18,75 \pm 4,79$) и более 6 лет ($15,00 \pm 5,00$). Общий средний показатель для физиотерапевтов составил $18,50 \pm 5,80$, что свидетельствует об относительно низкой компетентности по сравнению с другими категориями. Это может объясняться тем, что интерпретация ЭКГ не входит в число основных обязанностей в практике физиотерапевта, ориентированной в большей степени на реабилитацию и поддерживающую помощь.

В то же время врачи показали наивысшие средние показатели среди всех профессиональных категорий. Наивысший средний показатель отмечен у респондентов со стажем более 6 лет (60,00), за ними следуют сотрудники со стажем 2-3 года ($49,17 \pm 11,58$) и 1 год ($45,00 \pm 19,00$). Общий средний показатель для врачей составил $47,35 \pm 16,12$. Эти данные говорят о том, что врачи обладали наиболее выраженной исходной компетентностью в интерпретации ЭКГ, что ожидаемо, поскольку их профессиональная подготовка и повседневные клинические обязанности связаны с диагностикой, оценкой пациентов и принятием решений. Увеличение стажа, по-видимому, дополнительно усиливает компетентность в этой категории. Среди рентгенолаборантов респонденты со стажем более 6 лет показали более высокий средний результат ($36,50 \pm 10,01$) по сравнению с сотрудниками со стажем 2-3 года ($30,00 \pm 7,07$). Общий средний показатель составил $34,64 \pm 9,50$. Это свидетельствует об умеренной компетентности рентгенолаборантов, вероятно обусловленной их диагностической направленностью и регулярным взаимодействием с клиническими технологиями. Хотя интерпретация

ЭКГ не является их основной обязанностью, их техническая подготовка может способствовать лучшему ознакомлению с диагностическими процедурами.

Среди клинических офицеров наивысший средний показатель отмечен у сотрудников со стажем 4–6 лет ($46,43 \pm 14,35$), тогда как сотрудники со стажем 2–3 года показали результат $27,69 \pm 16,02$, а со стажем более 6 лет – $27,22 \pm 16,98$. Общий средний показатель для клинических офицеров составил $32,07 \pm 17,45$. Результаты говорят о том, что компетентность клинических офицеров повышается при умеренном стаже работы, но не продолжает расти у сотрудников с более длительным стажем. Это может отражать различия в частоте выполнения задач, связанных с ЭКГ, перевод на другие обязанности либо отсутствие регулярного повторного обучения с течением времени. Среди медсестринского персонала наивысший средний показатель отмечен при стаже 2–3 года ($19,00 \pm 10,49$), за которым близки следуют показатели при стаже 4–6 лет ($18,33 \pm 10,08$) и более 6 лет ($15,69 \pm 9,87$). Общий средний показатель составил $16,81 \pm 9,94$, что было одним из самых низких показателей среди всех категорий. Это может объясняться тем, что, хотя медсестры/медбратья активно вовлечены в наблюдение за пациентами и регистрацию ЭКГ, окончательную интерпретацию ЭКГ и диагностические решения, как правило, принимают врачи и клинические офицеры.

По всем категориям наивысший общий средний показатель отмечен у врачей, за ними следуют рентгенолаборанты, клинические офицеры, физиотерапевты и медсестринский персонал. Это указывает на то, что категории, непосредственно занятые клинической диагностикой и принятием решений о лечении, обладали более высокой исходной компетентностью, чем категории с более вспомогательными или техническими функциями. Результаты также показывают, что больший стаж не всегда соответствовал более высокой компетентности. Тогда как у врачей и рентгенолаборантов компетентность стабильно нарастала со стажем, некоторые категории – клинические офицеры, физиотерапевты и медсестринский персонал – показывали наилучшие результаты при умеренном стаже (2–6 лет). Это говорит о том, что регулярная практика, постоянная вовлечённость и непрерывное профессиональное развитие могут иметь большее значение, чем стаж работы как таковой.

Поскольку значение значимости превысило 0,05 ($p = 0,205$), предположение об однородности дисперсий было выполнено. Следовательно, данные были пригодны для двухфакторного дисперсионного анализа.

Таблица 4. Критерий Левена о равенстве дисперсий ошибок

	Статистика Левена	df1	df2 / Знач.
Исходный показатель знаний	1,343	12	114 / 0,205

Таблица 5. Проверка межгрупповых эффектов

Источник	Сумма квадратов III типа	df	Средний квадрат	F	Знач.	Частная η^2
Скорректированная модель	17751,780 ^a	13	1365,522	8,975	0,000	0,506
Константа	72636,202	1	72636,202	477,399	0,000	0,807
Категория	8947,508	4	2236,877	14,702	0,000	0,340
Стаж	816,749	3	272,250	1,789	0,153	0,045
Категория × стаж	1475,728	6	245,955	1,617	0,149	0,078
Ошибка	17345,095	114	152,150			
Итого	124350,000	128				
Скорректированный итог	35096,875	127				

^a $R^2 = 0,506$ (скорректированный $R^2 = 0,449$)

В таблице 5 представлены результаты двухфакторного дисперсионного анализа, изучающего влияние профессиональной категории, стажа работы и их взаимодействия на исходные показатели компетентности респондентов. Анализ был направлен на определение того, связаны ли различия в исходной компетентности с профессиональной категорией респондентов и их стажем работы. Общее качество модели подтверждается статистически значимым результатом скорректированной модели ($F(13;114)=8,975$; $p<0,001$), что указывает на то, что включённые в модель независимые переменные

значимо объясняют вариацию исходных показателей компетентности респондентов. Модель объяснила 50,6% общей дисперсии показателей компетентности ($R^2=0,506$), при этом скорректированный R^2 , равный 0,449, показывает, что после учёта числа предикторов примерно 44,9% вариации исходной компетентности по-прежнему объясняется категорией, стажем и их взаимодействием. Это говорит о хорошей объяснительной способности модели.

Результаты показывают, что профессиональная категория статистически значимо влияла на исходную компетентность ($F(4;114)=14,702$; $p<0,001$) с частным

η^2 , равным 0,340. Это указывает на выраженный размер эффекта, означающий, что различия в профессиональной категории объясняют существенную долю вариации показателей компетентности. Данный результат дополнительно подтверждает, что респонденты из разных профессиональных групп обладали значимо различающимся исходным уровнем компетентности в интерпретации ЭКГ. Категории, непосредственно занятые клинической диагностикой и ведением пациентов, такие как врачи и клинические офицеры, вероятно, обладали более высокой компетентностью, чем категории с более вспомогательными или техническими функциями, такие как медсестринский персонал и физиотерапевты. Этот результат подчёркивает значимость профессиональной подготовки в формировании навыков интерпретации ЭКГ.

Влияние стажа работы оказалось статистически незначимым ($F(3;114)=1,789$; $p=0,153$) с частным η^2 , равным 0,045. Это указывает на то, что стаж работы сам по себе не оказывал значимого влияния на исходные показатели компетентности респондентов. Хотя между категориями стажа могли существовать некоторые различия средних показателей, они оказались недостаточно выраженными, чтобы считаться статистически значимыми. Результаты говорят о том, что простое увеличение продолжительности службы автоматически не приводит к улучшению компетентности в интерпретации ЭКГ. Постоянная

практика выполнения связанных с ЭКГ задач, регулярное повторное обучение и профессиональное развитие могут иметь большее значение, чем продолжительность стажа сама по себе.

Взаимодействие между профессиональной категорией и стажем также оказалось статистически незначимым ($F(6;114)=1,617$; $p=0,149$) с частным η^2 , равным 0,078. Это означает, что влияние профессиональной категории на компетентность существенно не зависело от стажа работы респондентов. Иными словами, различия, наблюдаемые между профессиональными категориями, были относительно стабильны во всех группах стажа. Данный результат указывает на то, что преимущество отдельных категорий в исходной компетентности существенно не менялось в зависимости от того, был ли стаж респондентов более коротким или более длительным. Профессиональная принадлежность оставалась более сильным детерминантом компетентности, чем стаж работы.

Исследователь также поставил задачу выяснить, различается ли компетентность в зависимости от демографических характеристик. Был проведён двухфакторный дисперсионный анализ для изучения влияния профессиональной категории, уровня образования и стажа работы на исходные показатели практических навыков респондентов. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6. Описательная статистика исходных показателей практических навыков идентификации атриовентрикулярной блокады по категориям и стажу

Профессиональная категория	Стаж работы	Среднее	Стандартное отклонение
Физиотерапевт	2-3 года	25,00	10,000
	4-6 лет	8,75	2,500
	Более 6 лет	4,17	1,443
	Всего	12,25	10,304
Врач	1 год	32,00	17,353
	2-3 года	28,33	16,330
	Более 6 лет	50,00	0,000
	Всего	31,76	16,672
Рентгенолаборант	2-3 года	18,75	6,292
	Более 6 лет	19,00	12,649
	Всего	18,93	10,951
Клинический офицер	2-3 года	15,77	12,050
	4-6 лет	32,86	14,960
	Более 6 лет	17,78	16,029
	Всего	20,52	15,315
Медсестра/медбрат	2-3 года	17,00	8,233
	4-6 лет	10,00	7,687
	Более 6 лет	10,21	9,380
	Всего	11,34	9,107

В таблице 6 представлена описательная статистика исходных показателей практических навыков респондентов в зависимости от профессиональной категории и стажа работы. Анализ был направлен на оценку исходной практической компетентности респондентов в интерпретации ЭКГ до проведения интервенции. Практические навыки необходимы

для точной идентификации атриовентрикулярной блокады I, II и III степени и своевременного принятия клинических решений. Полученные данные демонстрируют отчётливые различия средних показателей между профессиональными группами и уровнями стажа. Среди физиотерапевтов наивысший средний показатель практических навыков отмечен

у сотрудников со стажем 2–3 года ($25,00 \pm 10,00$), за ними следуют сотрудники со стажем 4–6 лет ($8,75 \pm 2,50$) и более 6 лет ($4,17 \pm 1,44$). Общий средний показатель для физиотерапевтов составил $12,25 \pm 10,30$. Эти результаты свидетельствуют об относительно низкой исходной практической компетентности физиотерапевтов. Это может объясняться тем, что интерпретация ЭКГ не входит в число регулярных обязанностей физиотерапевта, сосредоточенных в большей степени на реабилитации и восстановлении пациентов.

В то же время врачи показали наивысшие общие показатели практических навыков среди всех категорий. Наивысший средний показатель отмечен при стаже более 6 лет ($50,00$), за ним следуют показатели при стаже 1 год ($32,00 \pm 17,35$) и 2–3 года ($28,33 \pm 16,33$). Общий средний показатель для врачей составил $31,76 \pm 16,67$. Это говорит о том, что врачи обладали наиболее выраженными исходными практическими навыками работы с ЭКГ, вероятно благодаря их подготовке в области клинической диагностики и постоянному участию в интерпретации обследований и принятии решений о лечении. Стаж, по-видимому, усиливает практическую компетентность в этой категории. Результаты также показывают, что среди рентгенолаборантов сотрудники со стажем более 6 лет показали несколько более высокий результат ($19,00 \pm 12,65$) по сравнению с сотрудниками со стажем 2–3 года ($18,75 \pm 6,29$). Общий средний показатель составил $18,93 \pm 10,95$. Эти данные свидетельствуют об умеренной практической компетентности рентгенолаборантов. Их знакомство с диагностическими технологиями и больничными обследованиями может способствовать их способности выполнять задачи, связанные с ЭКГ, даже если интерпретация ЭКГ не является их основной обязанностью.

Среди клинических офицеров наивысший средний показатель отмечен при стаже 4–6 лет ($32,86 \pm 14,96$), тогда как при стаже более 6 лет результат составил $17,78 \pm 16,03$, а при стаже 2–3 года – $15,77 \pm 12,05$. Общий средний показатель для клинических офицеров составил $20,52 \pm 15,32$. Это говорит о том, что клинические офицеры достигали наивысшего уровня практической компетентности при умеренном стаже работы, возможно, поскольку именно в эти годы они наиболее активно участвуют в оценке состояния и диагностике пациентов. Более низкие показатели у сотрудников с большим стажем могут отражать снижение частоты выполнения задач, связанных с ЭКГ, либо недостаточность повторного обучения. Среди медсестринского персонала наивысший средний показатель отмечен при стаже 2–3 года ($17,00 \pm 8,23$), за ним следуют показатели при стаже более 6 лет ($10,21 \pm 9,38$) и 4–6 лет ($10,00 \pm 7,69$). Общий средний показатель составил

$11,34 \pm 9,11$, что было одним из самых низких показателей среди всех категорий. Это говорит об ограниченности исходных практических навыков работы с ЭКГ у медсестринского персонала. Хотя медсестры/медбратья играют центральную роль в наблюдении за пациентами и регистрации ЭКГ, окончательная интерпретация и принятие решений, как правило, осуществляются врачами и клиническими офицерами.

По всем профессиональным группам наивысший общий средний показатель исходных практических навыков отмечен у врачей, за ними следуют клинические офицеры, рентгенолаборанты, физиотерапевты и медсестринский персонал. Эта закономерность показывает, что категории, непосредственно занятые диагностикой и принятием решений о лечении, демонстрировали более выраженную исходную практическую компетентность, чем категории с вспомогательными или техническими функциями. Полученные данные также показывают, что больший стаж работы не всегда приводил к более высокой практической компетентности. Если у врачей стаж оказывал положительное влияние, то некоторые категории – клинические офицеры, физиотерапевты и медсестринский персонал – показывали наилучшие результаты при умеренном стаже. Это говорит о том, что регулярная практическая работа, постоянная вовлечённость и повторное обучение важнее, чем стаж работы как таковой. Поскольку значение значимости превысило 0,05 ($p = 0,070$), предположение об однородности дисперсий было выполнено. Следовательно, данные были пригодны для двухфакторного дисперсионного анализа.

В таблице 8 представлены результаты двухфакторного дисперсионного анализа влияния профессиональной категории, стажа работы и их взаимодействия на исходные показатели практических навыков респондентов. Цель этого анализа состояла в определении того, различалась ли исходная практическая компетентность в интерпретации ЭКГ в зависимости от профессиональной категории респондентов и их стажа работы до проведения интервенции. Общее качество модели подтверждается статистически значимым результатом скорректированной модели ($F(13;114) = 5,245$; $p < 0,001$), что указывает на то, что включённые в модель независимые переменные значимо объясняют вариацию исходных показателей практических навыков респондентов. Модель объяснила 37,4% общей дисперсии исходной практической компетентности ($R^2 = 0,374$). После учёта числа предикторов скорректированный R^2 , равный 0,303, показывает, что примерно 30,3% вариации исходных показателей навыков объясняется категорией, стажем и их взаимодействием. Это говорит об умеренной объяснительной способности модели.

Таблица 7. Критерий Левена о равенстве дисперсий ошибок

	Статистика Левена	df1	df2 / Знач.
Исходный показатель навыков	1,729	12	114 / 0,070

Таблица 8. Проверка межгрупповых эффектов

Источник	Сумма квадратов III типа	df	Средний квадрат	F	Знач.	Частная η^2
Скорректированная модель	9153,967 ^a	13	704,151	5,245	0,000	0,374
Константа	32003,368	1	32003,368	238,372	0,000	0,676
Категория	3543,795	4	885,949	6,599	0,000	0,188
Стаж	256,662	3	85,554	0,637	0,593	0,016
Категория × стаж	2701,248	6	450,208	3,353	0,004	0,150
Ошибка	15305,408	114	134,258			
Итого	61587,500	128				
Скорректированный итог	24459,375	127				

^a $R^2 = 0,374$ (скорректированный $R^2 = 0,303$)

Профессиональная категория оказывала статистически значимое влияние на исходные показатели практических навыков респондентов ($F(4;114)=6,599$; $p<0,001$) с частным η^2 , равным 0,188. Это указывает на умеренный размер эффекта, означающий, что различия в профессиональной категории объясняют значимую долю вариации исходной практической компетентности. Данный результат подтверждает, что респонденты из разных профессиональных групп обладали значимо различающимся уровнем практических навыков работы с ЭКГ до проведения интервенции. Категории, непосредственно занятые диагностикой и принятием клинических решений, такие как врачи и клинические офицеры, вероятно, демонстрировали более выраженные практические навыки, чем категории с более вспомогательными или техническими функциями, такие как медсестринский персонал и физиотерапевты. В то же время влияние стажа работы оказалось статистически незначимым ($F(3;114)=0,637$; $p=0,593$) с частным η^2 , равным 0,016. Это показывает, что стаж работы сам по себе не оказывал значимого влияния на исходные практические навыки респондентов. Хотя у респондентов с большим стажем мог быть некоторый клинический опыт, эти различия оказались недостаточно выраженными, чтобы привести к статистически значимой вариации компетентности. Этот результат говорит о том, что практическая компетентность в интерпретации ЭКГ не приобретает автоматически с течением времени службы. Вместо этого постоянное выполнение связанных с ЭКГ задач, практическая работа и целевое повторное обучение могут быть более важными детерминантами развития навыков, чем стаж работы сам по себе. Взаимодействие между профессиональной категорией и стажем работы оказалось статистически значимым ($F(6;114)=3,353$; $p=0,004$) с частным η^2 , равным 0,150. Это указывает на умеренный размер эффекта и означает, что влияние профессиональной категории на показатели практических навыков ва-

рировало в зависимости от стажа работы респондентов.

Полученные данные показывают, что у одних категорий с увеличением стажа наблюдалось более выраженное улучшение навыков, чем у других. Например, стаж, по-видимому, вносил больший положительный вклад в практическую компетентность врачей и рентгенолаборантов, чем медсестринского персонала или физиотерапевтов. Этот результат подчёркивает, что взаимосвязь между профессиональной принадлежностью и компетентностью определяется характером клинической практики в каждой конкретной категории. Полученные данные демонстрируют, что профессиональная категория являлась значимым детерминантом исходной практической компетентности, в то время как стаж работы сам по себе таковым не являлся. Однако значимый эффект взаимодействия указывает на то, что влияние профессиональной категории на компетентность зависело от стажа работы. Это означает, что стаж по-разному влиял на различные категории, а не оказывал единообразное воздействие на всех респондентов. Эти результаты подчёркивают важность разработки обучающих программ, учитывающих как профессиональную принадлежность, так и практический опыт. Категории с более низким исходным уровнем практических навыков, такие как медсестринский персонал и физиотерапевты, могут требовать более интенсивного базового обучения, тогда как категории с более высокими показателями могут получить пользу от продвинутого обучения на основе клинических случаев и специализированных модулей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные результаты дают важное представление о факторах, определяющих исходную практическую компетентность медицинских работников в интерпретации ЭКГ до проведения интервенции. Результаты двухфакторного дисперсионно-

го анализа демонстрируют, что совокупное влияние профессиональной категории, стажа работы и их взаимодействия статистически значимо влияло на исходные показатели практических навыков респондентов. Общая модель оказалась статистически значимой ($F(13;114)=5,245$; $p<0,001$), что указывает на то, что эти факторы в совокупности объясняют значимую долю вариации исходной компетентности. При значении R^2 , равном 0,374, и скорректированном R^2 , равном 0,303, модель продемонстрировала умеренную объяснительную способность, что говорит о том, что примерно треть вариативности исходных практических навыков может быть объяснена различиями в профессиональной принадлежности и стаже работы.

Ключевой вывод данного анализа состоит в том, что профессиональная категория является сильным и значимым детерминантом исходной компетентности в области ЭКГ. Статистически значимое влияние категории ($F(4;114)=6,599$; $p<0,001$) в сочетании с умеренным размером эффекта (частный $\eta^2=0,188$) указывает на то, что медицинские работники приходят к обучению с разным уровнем практических навыков в зависимости от выполняемой роли. Это говорит о том, что категории, более непосредственно вовлечённые в диагностику и принятие клинических решений, как правило, обладают более высокой исходной компетентностью по сравнению с категориями, выполняющими более вспомогательные или реабилитационные функции. Таким образом, профессиональная подготовка и повседневные клинические обязанности, по всей видимости, играют решающую роль в формировании практических навыков интерпретации ЭКГ.

В противоположность этому, стаж работы сам по себе статистически значимо не влиял на исходную компетентность ($F(3; 114)=0,637$; $p=0,593$), а соответствующий размер эффекта был минимальным (частный $\eta^2=0,016$). Этот результат ставит под сомнение распространённое представление о том, что опыт естественным образом ведёт к улучшению клинической компетентности. Напротив, он указывает на то, что одной лишь продолжительности службы недостаточно для гарантированного формирования навыков интерпретации ЭКГ. Компетентность в этой области, вероятно, зависит от частоты выполнения соответствующих задач, доступа к возможностям обучения и участия в непрерывном профессиональном развитии, а не только от времени, проведённого в практике.

Важно отметить, что взаимодействие между профессиональной категорией и стажем работы

оказалось статистически значимым ($F(6; 114)=3,353$; $p=0,004$) с умеренным размером эффекта (частный $\eta^2=0,150$). Это указывает на то, что взаимосвязь между категорией и компетентностью не является единообразной, а варьирует в зависимости от уровня стажа. Иными словами, стаж по-разному усиливает практические навыки в различных профессиональных группах. Некоторые категории могут в большей степени выигрывать от увеличения стажа благодаря более широкому контакту с задачами, связанными с ЭКГ, в то время как другие могут демонстрировать ограниченный прогресс без целевого обучения. Это подчёркивает сложность процесса формирования компетентности и важность одно-временного учёта как профессиональной роли, так и контекста практического опыта.

В целом полученные результаты позволяют заключить, что исходная практическая компетентность в интерпретации ЭКГ определяется преимущественно профессиональной категорией, тогда как стаж работы играет скорее обусловленную, а не самостоятельную роль. Значимый эффект взаимодействия дополнительно подчёркивает, что развитие компетентности определяется тем, каким образом опыт интегрируется в конкретный профессиональный контекст. Эти выводы имеют важное значение для программ обучения и развития потенциала.

В частности, они указывают на необходимость дифференцированных образовательных интервенций, учитывающих различия в профессиональной принадлежности и клиническом опыте. Категории с более низким исходным уровнем компетентности могут нуждаться в структурированном базовом обучении, тогда как категории с более высоким исходным уровнем навыков могут получить пользу от более продвинутых, основанных на клинических случаях или специализированных подходов к обучению. В конечном счёте дифференцированная и учитывающая контекст стратегия обучения необходима для повышения общей клинической компетентности в интерпретации ЭКГ.

ЭТИЧЕСКОЕ ОДОБРЕНИЕ И ФИНАНСИРОВАНИЕ

Разрешения на сбор данных были получены от Институционального научно-этического комитета (исх. № MMU/COR: 40312, том 6(01)), Научно-этического комитета округа Какамега (исх. № ISREC/350/02/2026) и Национальной комиссии по науке, технологиям и инновациям (исх. № NACOSTI/P/26/4184005).

Литература [References]

- 1 Aa A, Mi AO, Oo A, Oj A, Sm A, Of K, et al. Artificial intelligence in medical practice. *The Nigerian Health Journal [Internet]*. 2023;23(2). Available from: www.tnhjph.com
- 2 Anyira E, Anyira E, Felix B, Ng GT, Protas K, Constantine A, et al. Perioperative Cardiovascular Risk Stratification and Outcomes in Adult Patients Undergoing Major Non-Cardiac Surgery at Moi Teaching and Referral Hospital, Eldoret, Kenya. *Perioperative Cardiovascular Risk Stratification and Outcomes in Adult Patients Undergoing Major Non-Cardiac Surgery at Moi Teaching and Referral Hospital*. 2023.
- 3 Claude Twahirwa J, Jean Paul N, Elisee H, Eleazar N. Postgraduate Medical-Surgical Nursing Students' Learning Experiences Through Focused Clinical Learner-Centered Teaching: A Case Study Using Kolb's Experiential Learning Theory (ELT). *Am J Cancer Prev*. 2024 Jul 9;11(1):6-11. <https://doi.org/10.12691/ajcp-11-1-2>
- 4 Nurmaini S, Tondas AE, Darmawahyuni A, Rachmatullah MN, Umi Partan R, Firdaus F, et al. Robust detection of atrial fibrillation from short-term electrocardiogram using convolutional neural networks. *Future Generation Computer Systems*. 2020 Dec 1;113:304-17. <https://doi.org/10.1016/J.FUTURE.2020.07.021>
- 5 Rojek I, Kotlarz P, Kozielski M, Jagodziński M, Królikowski Z. Development of AI-Based Prediction of Heart Attack Risk as an Element of Preventive Medicine. *Electronics (Switzerland)*. 2024 Jan 1;13(2). <https://doi.org/10.3390/ELECTRONICS13020272>
- 6 Serhal H, Abdallah N, Marion JM, Chauvet P, Oueidat M, Humeau-Heurtier A. Overview on prediction, detection, and classification of atrial fibrillation using wavelets and AI on ECG. *Comput Biol Med*. 2022 Mar 1;142:105168. <https://doi.org/10.1016/J.COMPBIOMED.2021.105168> PubMed PMID: 35033876.
- 7 Chorney W, Wang H, Fan LW. AttentionCovidNet: Efficient ECG-based diagnosis of COVID-19. *Comput Biol Med*. 2024 Jan 1;168:107743. <https://doi.org/10.1016/J.COMPBIOMED.2023.107743> PubMed PMID: 38000247.
- 8 Yu K, Feng L, Chen Y, Wu M, Zhang Y, Zhu P, et al. Accurate wavelet thresholding method for ECG signals. *Comput Biol Med*. 2024 Feb 1;169. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2023.107835> PubMed PMID: 38096762.
- 9 Ashley EA, Raxwal V, Froelicher V. An evidence-based review of the resting electrocardiogram as a screening technique for heart disease. *Prog Cardiovasc Dis*. 2001 Aug 1;44(1):55-67. <https://doi.org/10.1053/PCAD.2001.24683> PubMed PMID: 11533927.
- 10 Challen R, Denny J, Pitt M, Gompels L, Edwards T, Tsaneva-Atanasova K. Artificial intelligence, bias and clinical safety. *BMJ Qual Saf*. 2019;28(3):231-7. <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2018-008370> PubMed PMID: 30636200.
- 11 Rooney SR, Karolcik B, West S, Follansbee C, Moulik M, Arora G. Novel presentation of CACNA1C variant as neonatal complete atrioventricular block, heart failure and non-compaction cardiomyopathy with oligogenic influences. *J Electrocardiol*. 2025 Nov 1;93:154139. <https://doi.org/10.1016/J.JELECTROCARD.2025.154139>
- 12 Rahimi M, Elbardisy O, Suszko A, Ha J, Moayed Y, Chauhan VS. Exercise-induced bundle branch block in patients with heart failure: Tracking dynamic electrical dyssynchrony for on-demand cardiac resynchronization therapy. *Heart Rhythm*. 2025 Aug 12. <https://doi.org/10.1016/J.HRTHM.2025.08.013> PubMed PMID: 40812592.

Авторская справка

Вамальва Бенджамин Коробой

Старший преподаватель кафедры медицинского образования, Университет науки и технологий Масинде Мулиро.
ORCID 0000-0003-1822-6633; bwamalwa@kafu.ac.ke

Вклад автора: сбор и обработка материала, анализ полученных данных, подготовка и редактирование текста.

Чепкейтани Харун Чемджор

Старший преподаватель кафедры медицинского образования, Университет науки и технологий Масинде Мулиро.
ORCID 0000-0001-7379-9448; hchemjor@mmust.ac.ke

Вклад автора: сбор и обработка материала, анализ полученных данных, подготовка и редактирование текста.

Чоге Джозеф Кипроп

Старший преподаватель кафедры медицинского образования, Университет науки и технологий Масинде Мулиро.
ORCID 0009-0002-8907-7073; jkiprop@mmust.ac.ke

Вклад автора: сбор и обработка материала, анализ полученных данных, подготовка и редактирование текста.

Author's reference

Benjamin Koroboi Wamalwa

Senior Lecturer, Department of Health Professions (Medical) Education, Masinde Muliro University of Science & Technology.
ORCID 0000-0003-1822-6633; bwamalwa@kafu.ac.ke

Author's contribution: data collection and processing, data analysis, text preparation and editing.

Harun Chemjor Chepkeitany

Senior Lecturer, Department of Health Professions (Medical) Education, Masinde Muliro University of Science & Technology.
ORCID 0000-0001-7379-9448; hchemjor@mmust.ac.ke

Author's contribution: data collection and processing, data analysis, text preparation and editing.

Joseph Kiprop Choge

Senior Lecturer, Department of Health Professions (Medical) Education, Masinde Muliro University of Science & Technology.
ORCID 0009-0002-8907-7073; jkiprop@mmust.ac.ke

Author's contribution: data collection and processing, data analysis, text preparation and editing.