



New Day in Medicine
Новый День в Медицине

NDM



TIBBIYOTDA YANGI KUN

Ilmiy referativ, marifiy-ma'naviy jurnal



AVICENNA-MED.UZ



ISSN 2181-712X.
EISSN 2181-2187

2 (88) 2026

Сопредседатели редакционной коллегии:

**Ш. Ж. ТЕШАЕВ,
А. Ш. РЕВИШВИЛИ**

Ред. коллегия:
М.И. АБДУЛЛАЕВ
А.А. АБДУМАЖИДОВ
Р.Б. АБДУЛЛАЕВ
Л.М. АБДУЛЛАЕВА
А.Ш. АБДУМАЖИДОВ
М.А. АБДУЛЛАЕВА
Х.А. АБДУМАДЖИДОВ
Б.З. АБДУСАМАТОВ
У.О. АБИДОВ
М.М. АКБАРОВ
Х.А. АКИЛОВ
М.М. АЛИЕВ
С.Ж. АМИНОВ
Ш.Э. АМОНОВ
Ш.М. АХМЕДОВ
Ю.М. АХМЕДОВ
С.М. АХМЕДОВА
Т.А. АСКАРОВ
М.А. АРТИКОВА
Д.Т. АШУРОВА
Ж.Б. БЕКНАЗАРОВ (главный редактор)
Е.А. БЕРДИЕВ
Б.Т. БУЗРУКОВ
Р.К. ДАДАБАЕВА
М.Н. ДАМИНОВА
К.А. ДЕХКОНОВ
Э.С. ДЖУМАБАЕВ
А.А. ДЖАЛИЛОВ
Н.Н. ЗОЛотова
А.Ш. ИНОЯТОВ
С. ИНДАМИНОВ
А.И. ИСКАНДАРОВ
А.С. ИЛЪЯСОВ
Э.Э. КОБИЛОВ
А.М. МАННАНОВ
Д.М. МУСАЕВА
Т.С. МУСАЕВ
М.Р. МИРЗОЕВА
Ф.Г. НАЗИРОВ
Н.А. НУРАЛИЕВА
Ф.С. ОРИПОВ
Б.Т. РАХИМОВ
Х.А. РАСУЛОВ
Ш.И. РУЗИЕВ
С.А. РУЗИБОЕВ
С.А. ГАФФОРОВ
С.Т. ШАТМАНОВ (Кыргызстан)
Ж.Б. САТТАРОВ
Б.Б. САФОВЕВ (отв. редактор)
И.А. САТИВАЛДИЕВА
Ш.Т. САЛИМОВ
Д.И. ТУКСАНОВА
М.М. ТАДЖИЕВ
А.Ж. ХАМРАЕВ
Б.Б. ХАСАНОВ
Д.А. ХАСАНОВА
Б.З. ХАМДАМОВ
Э.Б. ХАККУЛОВ
Г.С. ХОДЖИЕВА
А.М. ШАМСИЕВ
А.К. ШАДМАНОВ
Н.Ж. ЭРМАТОВ
Б.Б. ЕРГАШЕВ
Н.Ш. ЕРГАШЕВ
И.Р. ЮЛДАШЕВ
Д.Х. ЮЛДАШЕВА
А.С. ЮСУПОВ
Ш.Ш. ЯРИКУЛОВ
М.Ш. ХАКИМОВ
Д.О. ИВАНОВ (Россия)
К.А. ЕГЕЗАРЯН (Россия)
DONG JINCHENG (Китай)
КУЗАКОВ В.Е. (Россия)
Я. МЕЙЕРНИК (Словакия)
В.А. МИТИШ (Россия)
В.И. ПРИМАКОВ (Беларусь)
О.В. ПЕШИКОВ (Россия)
А.А. ПОТАПОВ (Россия)
А.А. ТЕПЛОВ (Россия)
Т.Ш. ШАРМАНОВ (Казахстан)
А.А. ЩЕГОЛОВ (Россия)
С.Н. ГУСЕЙНОВА (Азербайджан)
Prof. Dr. KURBANHAN MUSLUMOV (Azerbaijan)
Prof. Dr. DENIZ UYAK (Germany)

ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН НОВЫЙ ДЕНЬ В МЕДИЦИНЕ NEW DAY IN MEDICINE

*Илмий-рефератив, маънавий-маърифий журнал
Научно-реферативный,
духовно-просветительский журнал*

УЧРЕДИТЕЛИ:

**БУХАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
ООО «ТИББИЁТДА ЯНГИ КУН»**

Национальный медицинский
исследовательский центр хирургии имени
А.В. Вишневского является генеральным
научно-практическим
консультантом редакции

Журнал был включен в список журнальных
изданий, рецензируемых Высшей
Аттестационной Комиссией
Республики Узбекистан
(Протокол № 201/03 от 30.12.2013 г.)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

М.М. АБДУРАХМАНОВ (Бухара)
Г.Ж. ЖАРЫЛКАСЫНОВА (Бухара)
А.Ш. ИНОЯТОВ (Ташкент)
Г.А. ИХТИЁРОВА (Бухара)
Ш.И. КАРИМОВ (Ташкент)
У.К. КАЮМОВ (Тошкент)
Ш.И. НАВРУЗОВА (Бухара)
А.А. НОСИРОВ (Ташкент)
А.Р. ОБЛОКУЛОВ (Бухара)
Б.Т. ОДИЛОВА (Ташкент)
Ш.Т. УРАКОВ (Бухара)

2 (88)

www.bsmi.uz
https://newdaymedicine.com
E: ndmuz@mail.ru
Тел: +99890 8061882

2026 февраль

Received: 20.01.2026, Accepted: 06.02.2026, Published: 10.02.2026

УДК 616-006.57-036.27-056.3(689.1-25)

РАЗРАБОТКА И ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ЭКСПРЕСС-ЭКСТРАКЦИИ ДНК ВПЧ

Ахмедова Л.М. <https://orcid.org/0000-0002-0079-8492>, e-mail: dr.love85@mail.ru
Ибадуллаева Н.С. <https://orcid.org/0000-0001-8334-2548>, e-mail: drnargizis@gmail.com
Ахмедова Ш.Х. <https://orcid.org/0009-0006-9436-1633>, e-mail: shha10.83@gmail.com
Турабова Н.Р. <https://orcid.org/0000-0002-3792-3090>, e-mail: cytology.uz@gmail.com

Научно-исследовательский институт Вирусологии Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра эпидемиологии, микробиологии, инфекционных и паразитарных заболеваний, г.Ташкент, Узбекистан, ул. Янгишахар 7А, Тел: +998712311850, e-mail: rivuzb@gmail.com

✓ Резюме

Вирус папилломы человека является ведущим этиологическим фактором рака шейки матки, что определяет необходимость разработки быстрых и надёжных молекулярных методов его лабораторного выявления. Наиболее высокая диагностическая эффективность при выявлении ДНК ВПЧ достигнута при использовании экспресс-протокола на основе 0,05% SDS и 0,02% Tris-HCl с добавлением воды, свободной от нуклеаз, после этапа инкубации (чувствительность - 91%, специфичность - 96%). Для дальнейшего повышения диагностической чувствительности и специфичности требуются дополнительные исследования.

Ключевые слова: ВПЧ, ДНК, ПЦР в режиме реального времени, SDS, чувствительность, специфичность.

OPV DNKSINING EKSPRESS-EKSTRAKSIYA USULINI ISHLAB CHIQISH VA OPTIMALLASHTIRISH

Axmedova L.M. <https://orcid.org/0000-0002-0079-8492>, e-mail: dr.love85@mail.ru
Ibadullayeva N.S. <https://orcid.org/0000-0001-8334-2548>, e-mail: drnargizis@gmail.com
Axmedova Sh.X. <https://orcid.org/0009-0006-9436-1633>, e-mail: shha10.83@gmail.com
Turabova N.R. <https://orcid.org/0000-0002-3792-3090>, e-mail: cytology.uz@gmail.com

Respublika ixtisoslashtirilgan epidemiologiya, mikrobiologiya, yuqumli va parazitlar kasalliklar ilmiy-amaliy tibbiyot markazining Virusologiya ilmiy-tadqiqot instituti, Toshkent shahri, O'zbekiston, Yangishahar ko'chasi 7A, Tel: +998712311850, e-mail: rivuzb@gmail.com

✓ Rezyume

Odam papilloma virusi bachadon bo'yni saratonining yetakchi etiologik omili hisoblanadi, bu esa uni laboratoriya sharoitida aniqlash uchun tezkor va ishonchli molekulyar tashxisot usullarini ishlab chiqish zarurligini belgilaydi. OPV DNKsini aniqlashda eng yuqori tashxisiy samaradorlik 0,05% SDS va 0,02% Tris-HCl asosidagi ekspress-protokol qo'llanilganda, inkubatsiya bosqichidan so'ng nukleazalardan xolis suv qo'shilganda erishildi (sezgirlik - 91%, spetsifiklik - 96%). Tashxisot sezgirligi va spetsifikligini yanada oshirish uchun qo'shimcha tadqiqotlar zarur.

Kalit so'zlar: OPV, DNK, real vaqt rejimidagi PZR, SDS, sezgirlik, spetsifiklik.

DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF A METHOD FOR RAPID EXTRACTION OF HPV DNA

Akhmedova L.M. <https://orcid.org/0000-0002-0079-8492>, e-mail: dr.love85@mail.ru
Ibadullaeva N.S. <https://orcid.org/0000-0001-8334-2548>, e-mail: drnargizis@gmail.com
Akhmedova Sh.X. <https://orcid.org/0009-0006-9436-1633>, e-mail: shha10.83@gmail.com
Turabova N.R. <https://orcid.org/0000-0002-3792-3090>, e-mail: cytology.uz@gmail.com

The Research Institute of Virology of the Republican specialized scientific and practical medical center of epidemiology, microbiology, infectious and parasitic diseases, Tashkent, Uzbekistan, Yangishahar str., 7A, Tel: +998712311850, e-mail: rivuzb@gmail.com

✓ **Resume**

Human papillomavirus is the leading etiologic factor in cervical cancer, necessitating the development of rapid and reliable molecular methods for its laboratory detection. The highest diagnostic efficiency for HPV DNA detection was achieved using a rapid protocol based on 0,05% SDS and 0,02% Tris-HCl with the addition of nuclease-free water after the incubation step (sensitivity - 91%, specificity - 96%). Further studies are required to further improve diagnostic sensitivity and specificity.

Keywords: HPV, DNA, real-time PCR, SDS, sensitivity, specificity.

Актуальность

Вirus папилломы человека (ВПЧ) является одним из наиболее распространённых возбудителей инфекций, передаваемых половым путём, и признан ключевым этиологическим фактором развития рака шейки матки [1, 2, 3], а также ряда других злокачественных новообразований. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), рак шейки матки развивается в результате персистирующей инфекции, вызванной ВПЧ. Во всем мире рак шейки матки является четвертым по распространенности видом рака у женщин. По оценкам, в 2022 г. около 660 000 новых случаев заболевания и около 94% из 350 000 случаев смерти от рака шейки матки произошли в странах с низким и средним уровнем дохода [4]. В связи с этим ранняя и точная лабораторная диагностика ВПЧ-инфекции имеет решающее значение для скрининга, профилактики и своевременного лечения предраковых состояний. Современная диагностика ВПЧ основывается преимущественно на молекулярных методах, прежде всего на выявлении ДНК ВПЧ с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР), которые используются в скрининговых и клинических программах диагностики предраковых изменений шейки матки. Тестирование на ВПЧ с использованием ПЦР демонстрирует более высокую чувствительность [5, 6]. ПЦР обладает высокой чувствительностью и специфичностью, однако эффективность ПЦР-диагностики в значительной степени зависит от качества и чистоты нуклеиновых кислот, полученных на этапе экстракции. Наличие ингибиторов и низкий выход ДНК могут существенно снижать чувствительность метода и приводить к ложным отрицательным результатам [7, 8]. Различные протоколы экстракции демонстрируют неодинаковую эффективность, что отражается на воспроизводимости амплификации и Ct-значениях, подчёркивая критическую роль этапа пробоподготовки в молекулярной диагностике [9]. В то же время традиционные методы экстракции ДНК, несмотря на высокое качество получаемого материала, характеризуются многоэтапностью, длительным временем выполнения и необходимостью использования значительного количества реагентов и расходных материалов. Это ограничивает их применение в условиях массового скрининга и высокой лабораторной нагрузки. В связи с этим сохраняется потребность в разработке упрощённых, быстрых и экономически эффективных методов экстракции, обеспечивающих получение ДНК, пригодной для высокочувствительного ПЦР-анализа.

Целью исследования явилась разработка и оптимизация метода экспресс-экстракции ДНК на основе различных модификаций реагентов для выявления ВПЧ с помощью ПЦР.

Материал и методы

Для разработки и оценки эффективности экспресс-экстракции ДНК ВПЧ было проведено исследование методом ПЦР с использованием различных модификаций реагентов. В исследование были включены 60 клинических образцов, распределённых на две группы: 30 образцов с положительным результатом на ДНК ВПЧ и 30 образцов с отрицательным результатом, подтверждённые методом ПЦР. Для оценки эффективности экспресс-экстракции ДНК ВПЧ были разработаны и протестированы три группы экспресс-протоколов, основанные на использовании различных комбинаций sodium dodecyl sulfate (SDS) и вспомогательных реагентов, включая Tris-HCl, sodium N-lauroylsarcosinate, sodium dodecylbenzenesulfonate (SDBS) и 2-mercaptoethanol. Все варианты протоколов предусматривали этап инкубации при температуре 95°C в течение 5 минут. Полученные лизаты использовались непосредственно в дальнейшем анализе без дополнительных этапов очистки. Качественное выявление ДНК ВПЧ

проводили методом ПЦР в режиме реального времени с использованием коммерческого набора «АмплиСенс ВПЧ ВКР скрин-титр-14-FL» (ЦНИИЭ, Россия). Условия амплификации: первоначальная денатурация осуществлялась при 95°C в течение 15 минут (количество циклов - 1). Далее следовали 5 предварительных циклов, включающих денатурацию при 95°C в течение 5 секунд, отжиг праймеров при 60°C в течение 20 секунд и элонгацию при 72°C в течение 15 секунд. Основной этап амплификации состоял из 40 циклов: денатурация при 95°C (5 секунд), отжиг при 60°C (30 секунд) с регистрацией флуоресцентного сигнала и элонгация при 72°C (15 секунд). Интерпретация результатов осуществлялась в соответствии с критериями, установленными производителем тест-системы, на основании регистрации сигнала амплификации. Эффективность экспресс-протоколов экстракции ДНК ВПЧ оценивали с использованием показателей диагностической чувствительности и специфичности.

Результат и обсуждение

Проведена сравнительная оценка диагностической эффективности экспресс-протоколов экстракции, предназначенных для качественного выявления ДНК ВПЧ, с применением различных комбинаций SDS и вспомогательных реагентов. Анализ проводился в рамках экспериментальных протоколов, различавшихся концентрацией SDS, составом дополнительных компонентов, а также этапом внесения воды, свободной от нуклеаз. Результаты сравнительной оценки диагностической эффективности экспресс-протоколов экстракции ДНК ВПЧ представлены в таблице 1.

При использовании протокола с добавлением воды, свободной от нуклеаз, до инкубации на основе 0,05% SDS чувствительность составила 77%, специфичность - 86%. При добавлении воды после инкубации показатели увеличивались до 80% и 94% соответственно. Применение 0,1% SDS с добавлением воды до инкубации обеспечивало чувствительность 69% и специфичность 72%, тогда как при внесении воды после инкубации данные показатели возрастали до 71% и 89% соответственно. Включение 0,25% N-lauroylsarcosine sodium salt на основе 0,05% SDS при добавлении воды до инкубации сопровождалось чувствительностью 69% и специфичностью 79%. Добавление 3% 2-mercaptoethanol к 0,05% SDS при внесении воды, свободной от нуклеаз до инкубации приводило к наиболее низким диагностическим показателям, при котором чувствительность составила 39%, специфичность - 55%. Применение 0,05% SDS в сочетании с 0,5% SDBS при добавлении воды, свободной от нуклеаз до инкубации обеспечивало чувствительность 68% и специфичность 81%.

При использовании протокола с добавлением воды, свободной от нуклеаз, после инкубации раствора, содержащего 0,1% SDS и 0,02% Tris-HCl, чувствительность и специфичность составили 88% и 95% соответственно, а применение 0,05% SDS и 0,02% Tris-HCl обеспечивало наиболее высокие диагностические показатели, при этом чувствительность достигала 91%, а специфичность - 96%, что превышало результаты всех остальных протестированных протоколов. Добавление 0,25% N-lauroylsarcosine sodium salt к 0,05% SDS сопровождалось снижением показателей до 76% чувствительности и 84% специфичности. Включение 3% 2-mercaptoethanol к 0,05% SDS приводило к более выраженному снижению диагностической эффективности: чувствительность составила 47%, специфичность - 62%. Использование 0,5% SDBS в сочетании с 0,05% SDS обеспечивало чувствительность 67% и специфичность 83%.

При применении протокола, включающего комбинацию 0,1% SDS, 0,25% N-lauroylsarcosine sodium salt и 0,02% Tris-HCl, чувствительность и специфичность составили 76% и 83% соответственно. Добавление 3% 2-mercaptoethanol к 0,05% SDS и 0,02% Tris-HCl сопровождалось снижением диагностических показателей до 47% чувствительности и 66% специфичности. Использование 0,5% SDBS в сочетании с 0,05% SDS и 0,02% Tris-HCl обеспечивало чувствительность 68% и специфичность 83%.

Стремительное развитие молекулярной диагностики и расширение программ скрининга ВПЧ обуславливают необходимость оптимизации этапа пробоподготовки как одного из наиболее трудоёмких и затратных компонентов ПЦР-анализа. Согласно данным ВОЗ, глобальная стратегия элиминации рака шейки матки предполагает расширение охвата тестированием на ВПЧ, что требует внедрения доступных, быстрых и масштабируемых лабораторных технологий [10]. В этих условиях особое значение приобретают экспресс-

протоколы экстракции ДНК, позволяющие сократить время анализа без существенного снижения диагностических характеристик. Традиционные методы выделения нуклеиновых кислот обеспечивают высокую степень очистки ДНК, однако включают несколько этапов лизиса, промывки и элюирования, что увеличивает продолжительность анализа и стоимость исследования.

Таблица 1. Диагностическая эффективность экспресс-протоколов экстракции для качественного выявления ДНК ВПЧ

Протокол	Вариант	Состав смеси	Момент добавления воды	Инкубация	Чувствительность, %	Специфичность, %
Протокол 1	A	0,05% SDS	До инкубации	95°C-5 мин	77	86
	B	0,05% SDS	После инкубации	95°C-5 мин	80	94
	C	0,1% SDS	До инкубации	95°C-5 мин	69	72
	D	0,1% SDS	После инкубации	95°C-5 мин	71	89
	E	0,05% SDS + 0,25% N-lauroylsarcosine	До инкубации	95°C-5 мин	69	79
	F	0,05% SDS + 3% 2-mercaptoethanol	До инкубации	95°C-5 мин	39	55
	G	0,05% SDS + 0,5% SDBS	До инкубации	95°C-5 мин	68	81
Протокол 2	A	0,1% SDS + 0,02% Tris-HCl	После инкубации	95°C-5 мин	88	95
	B	0,05% SDS + 0,02% Tris-HCl	После инкубации	95°C-5 мин	91	96
	C	0,05% SDS + 0,25% N-lauroylsarcosine	После инкубации	95°C-5 мин	76	84
	D	0,05% SDS + 3% 2-mercaptoethanol	После инкубации	95°C-5 мин	47	62
	E	0,05% SDS + 0,5% SDBS	После инкубации	95°C-5 мин	67	83
Протокол 3	A	0,1% SDS + 0,25% N-lauroylsarcosine + 0,02% Tris-HCl	После инкубации	95°C-5 мин	76	83
	B	0,05% SDS + 3% 2-mercaptoethanol + 0,02% Tris-HCl	После инкубации	95°C-5 мин	47	66
	C	0,05% SDS + 0,5% SDBS + 0,02% Tris-HCl	После инкубации	95°C-5 мин	68	83

Оптимизация молекулярной диагностики ВПЧ остаётся одной из ключевых задач современной лабораторной медицины в условиях расширения программ скрининга рака шейки матки. Согласно глобальной стратегии ВОЗ по элиминации рака шейки матки, масштабирование тестирования на ВПЧ требует внедрения доступных, быстрых и технологически упрощённых диагностических решений [10]. Современные молекулярные методы выявления ВПЧ, основанные преимущественно на ПЦР, демонстрируют высокую аналитическую чувствительность и специфичность [11, 12]. Вместе с тем традиционные протоколы выделения нуклеиновых кислот, включая колонковые и магнитно-частичные технологии, остаются относительно трудоёмкими, многоэтапными и затратными, что ограничивает их применение в условиях массового скрининга и лабораторий с ограниченными ресурсами [13]. В последние годы активно обсуждается возможность упрощения этапа пробоподготовки при сохранении диагностической информативности теста. В обзоре Gupta R., и соавторов подчёркивается значимость разработки доступных и упрощённых диагностических платформ для применения в условиях ограниченных ресурсов, что косвенно подтверждает актуальность оптимизации этапа пробоподготовки [13]. Кроме того, исследования, посвящённые проблеме ингибирования ПЦР, демонстрируют, что остаточные компоненты лизирующих буферов и детергентов могут существенно снижать активность ДНК-полимеразы и влиять на чувствительность анализа [14]. Полученные в настоящем исследовании данные подтверждают значимость оптимизации состава лизирующего раствора. Наиболее высокие показатели чувствительности - 91% и специфичности - 96% были достигнуты при использовании 0,05% SDS и 0,02% Tris-HCl с внесением воды, свободной от нуклеаз, после инкубации. Вероятно, такая концентрация детергента обеспечивает достаточный лизис клеточных и вирусных структур при минимальном ингибирующем воздействии на последующую ПЦР. Увеличение концентрации SDS до 0,1%, а также включение дополнительных реагентов (N-lauroylsarcosine sodium salt, SDBS, 2-mercaptoethanol) не приводили к улучшению диагностических показателей и в ряде случаев сопровождалось их снижением. Подобные эффекты могут быть обусловлены остаточным присутствием поверхностно-активных веществ и восстановителей, способных частично ингибировать амплификацию, что согласуется с опубликованными данными о механизмах ингибирования ПЦР [14].

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что эффективность экспресс-протоколов экстракции определяется не только степенью лизиса, но и оптимальным соотношением между разрушением клеточных структур и минимизацией ингибирующего воздействия компонентов лизирующей смеси на реакцию амплификации. Несмотря на выявленные преимущества исследуемого протокола, необходимы дальнейшие экспериментальные исследования, направленные на его дополнительную оптимизацию с целью повышения диагностической чувствительности и специфичности, а также обеспечения стабильности аналитических характеристик метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Hurjui RM, Hurjui IA, Buțureanu TA, Popovici D, et al. HPV-independent cervical cancer: a new challenge of modern oncology. *Int J Mol Sci.* 2025;26(20):10051. doi:10.3390/ijms262010051
2. Molina MA, Steenbergen RDM, Pompe A, Kenyon AN, Melchers WJG. HPV integration and cervical cancer: a failed evolutionary viral trait. *Trends Mol Med.* 2024;30(9):890–902. doi:10.1016/j.molmed.2024.05.009
3. Włoszek E, Krupa K, Skrok E, Budzik MP, et al. HPV and cervical cancer—biology, prevention, and treatment updates. *Curr Oncol.* 2025;32(3):122. doi:10.3390/curroncol32030122
4. Cervical cancer [Internet]. World Health Organization; c2024 [cited 2026 Feb 14]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cervical-cancer>

5. Schiffman M, Wentzensen N. Human papillomavirus infection and the multistage carcinogenesis of cervical cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 2013;22(4):553–560. doi:10.1158/1055-9965.EPI-12-1406
6. Arbyn M, Smith SB, Temin S, Sultana F, Castle P; Collaboration on Self-Sampling and HPV Testing. Detecting cervical precancer and reaching underscreened women by using HPV testing on self samples: updated meta-analyses. *BMJ.* 2018;363:k4823. doi:10.1136/bmj.k4823
7. Huggett JF, Cowen S, Foy CA. Considerations for digital PCR as an accurate molecular diagnostic tool. *Clin Chem.* 2015;61(1):79–88. doi:10.1373/clinchem.2014.221366
8. Klein D. Quantification using real-time PCR technology: applications and limitations. *Trends Mol Med.* 2002;8(6):257–260. doi:10.1016/S1471-4914(02)02355-9
9. Ali N, Rampazzo RCP, Costa ADT, Krieger MA. Current nucleic acid extraction methods and their implications to point-of-care diagnostics. *Biomed Res Int.* 2017;2017:9306564. doi:10.1155/2017/9306564
10. World Health Organization. Global strategy to accelerate the elimination of cervical cancer as a public health problem. Geneva: WHO; 2020.
11. Shi L, Chen H, Zhang Z, Wang Y, et al. Evolving HPV diagnostics: current practice and future frontiers. *Front Cell Infect Microbiol.* 2025;15:1681779. doi:10.3389/fcimb.2025.1681779
12. Giubbi C, Martinelli M, Rizza M, Di Meo ML, et al. Molecular detection of human papillomavirus (HPV) and other sexually transmitted pathogens in cervical and self-collected specimens. *Int J Mol Sci.* 2025;26(3):1296. doi:10.3390/ijms26031296
13. Gupta R, Gupta S. Point-of-care tests for human papillomavirus detection in uterine cervical samples: a review of advances in resource-constrained settings. *Indian J Med Res.* 2023;158(5–6):509–521. doi:10.4103/ijmr.ijmr_1143_23
14. Sidstedt M, Rådström P, Hedman J. PCR inhibition in qPCR, dPCR and MPS—mechanisms and solutions. *Anal Bioanal Chem.* 2020;412(9):2009–2023. doi:10.1007/s00216-020-02490-2

Поступила 20.01.2026