



IMPACT OF DIFFERENT LEVELS OF ADHERENCE ON IMMUNOLOGICAL INDICATORS IN CHILDREN WITH HIV INFECTION

Khumoyun Mirzo Abdullaevich Sadikov

Department of Infectious Diseases and Pediatric Infectious Diseases

Tashkent State Medical University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20267508>

ARTICLE INFO

Received: 10th May 2026

Accepted: 17th May 2026

Online: 18th May 2026

KEYWORDS

HIV infection, children,
antiretroviral therapy,
adherence, CD4+
lymphocytes,
immunological indicators,
immunodeficiency.

ABSTRACT

HIV infection in children remains a significant medical and social problem despite the widespread use of antiretroviral therapy (ART). The effectiveness of ART largely depends on the level of adherence to treatment, while poor adherence contributes to immunological failure, disease progression, and the development of severe complications. The aim of this study was to assess the impact of different levels of adherence to ART on immunological indicators in children with HIV infection. The study included 695 children receiving ART. Immunological status was evaluated based on the absolute CD4+ lymphocyte count. A high level of adherence ($\geq 95\%$) was associated with more favorable immunological outcomes, including a higher frequency of normal CD4+ lymphocyte levels and a lower prevalence of severe immunosuppression. In contrast, low adherence was significantly associated with decreased CD4+ lymphocyte counts and a higher frequency of severe immunodeficiency. The obtained results confirm the critical importance of sustained adherence to ART for effective immune system recovery in children with HIV infection.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ ПРИВЕРЖЕННОСТИ НА ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ВИЧ-ИНФЕКЦИИ У ДЕТЕЙ

Хумоюн Мирзо Абдуллаевич Садиков

Кафедра инфекционных и детских инфекционных болезней

Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20267508>

ARTICLE INFO

Received: 10th May 2026

Accepted: 17th May 2026

Online: 18th May 2026

ABSTRACT

ВИЧ-инфекция у детей остаётся значимой медико-социальной проблемой, несмотря на широкое применение антиретровирусной терапии (АРВТ). Эффективность АРВТ в значительной степени зависит от уровня приверженности к лечению, тогда как недостаточная приверженность способствует

**KEYWORDS**

ВИЧ-инфекция, дети, антиретровирусная терапия, приверженность, CD4+ лимфоциты, иммунологические показатели, иммунодефицит.

развитию иммунологической неэффективности, прогрессированию заболевания и возникновению тяжёлых осложнений. Целью данного исследования явилась оценка влияния различных уровней приверженности к АРВТ на иммунологические показатели у детей с ВИЧ-инфекцией. В исследование были включены 695 детей, получающих АРВТ. Иммунологический статус оценивался по абсолютному количеству CD4+ лимфоцитов. Высокий уровень приверженности ($\geq 95\%$) был ассоциирован с более благоприятными иммунологическими показателями, включая более высокую частоту нормальных значений CD4+ лимфоцитов и более низкую распространённость выраженной иммуносупрессии. Напротив, низкая приверженность была достоверно связана со снижением уровня CD4+ лимфоцитов и более высокой частотой тяжёлого иммунодефицита. Полученные результаты подтверждают критическую важность устойчивой приверженности к АРВТ для эффективного восстановления иммунной системы у детей с ВИЧ-инфекцией.

Актуальность

Несмотря на значительный прогресс в разработке и внедрении антиретровирусной терапии (АРВТ), ВИЧ-инфекция у детей продолжает оставаться одной из наиболее актуальных медико-социальных проблем современной медицины. Широкое внедрение АРВТ позволило существенно снизить показатели смертности, увеличить продолжительность жизни и улучшить качество жизни ВИЧ-инфицированных детей. Однако эффективность терапии напрямую зависит от уровня приверженности пациентов к лечению, поскольку даже кратковременное нарушение режима приёма препаратов может приводить к снижению вирусологического

контроля, прогрессированию иммунодефицита и формированию лекарственной устойчивости вируса.

Иммунологические нарушения при ВИЧ-инфекции у детей характеризуются постепенным снижением количества CD4+ клеток, дисбалансом клеточного иммунитета и повышением риска развития оппортунистических инфекций. Недостаточная приверженность к терапии препятствует полноценному восстановлению иммунной системы, способствует сохранению хронической вирусной репликации и ускоряет прогрессирование заболевания. В ряде исследований установлено, что у детей с низкой приверженностью значительно чаще отмечаются выраженная



IF = 9.2

иммуносупрессия, замедленное восстановление CD4+ лимфоцитов и высокий риск развития вторичных инфекционных осложнений.

Материалы и методы:

Проведено кросс-секционное исследование, охватившее 695 детей и подростков, живущих с ВИЧ и получающих антиретровирусную терапию (АРВТ). Сбор данных осуществлялся в 2022–2025 гг. на базе специализированной клиники Республиканского центра по борьбе со СПИДом (г. Ташкент) путём анализа медицинской документации и анкетирования пациентов и/или их законных представителей.

Критериями включения являлись: подтверждённый диагноз ВИЧ-инфекции, возраст до 18 лет, приём АРВТ не менее 6 месяцев, наличие полной клинической информации и добровольное информированное согласие. Исключались дети с выраженными когнитивными нарушениями и отсутствием согласия на участие.

Анализировались: уровень приверженности к АРВТ (высокий, средний, низкий), клинические проявления инфекции, а также такие факторы, как возраст, пол, семейный статус, доход, уровень образования и роль лица, контролирующего терапию.

Обработка данных проводилась с использованием IBM SPSS Statistics v.26. Применялись χ^2 -критерий, t-критерий Стьюдента, коэффициент корреляции Пирсона и многомерный анализ. Статистическая значимость принималась при $p < 0,05$.

Результаты.

Одним из ключевых этапов исследования стал анализ влияния уровня приверженности к антиретровирусной терапии на иммунологические показатели, в частности на уровень CD4+ лимфоцитов. Согласно современным клиническим рекомендациям, у детей младше 5 лет для оценки иммунологического статуса предпочтительно использовать относительное содержание CD4+ лимфоцитов, а не абсолютные значения. Однако в исследуемой когорте из 695 пациентов дети данной возрастной группы составили лишь 8 человек, что не оказало существенного влияния на общую структуру выборки. В связи с этим в исследовании был проведён анализ абсолютных показателей CD4+ лимфоцитов.

Среднее значение абсолютного уровня CD4+ лимфоцитов в исследуемой группе составило $516,6 \pm 10,7$ кл/мкл, что в целом соответствовало удовлетворительным иммунологическим показателям. С целью более детального изучения взаимосвязи между приверженностью к АРВТ и состоянием иммунной системы был проведён сравнительный анализ различных градаций уровня CD4+ лимфоцитов у детей с разными уровнями приверженности к терапии. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Показатели CD4+ лимфоцитов у ВИЧ-инфицированных детей с



различными уровнями приверженности к АРВТ

CD4	Уровень приверженности					
	Низкая		Средняя		высокая	
	абс	%	абс	%	абс	%
Менее 200	37	33,9±4,5	16	9,1±2,2***	33	8,0±1,3***
200-350	19	17,4±3,6	31	17,7±2,9	55	13,4±1,7
350-500	19	17,4±3,6	42	24,0±3,2	88	21,4±2,0
Более 500	34	31,2±4,4	86	49,1±3,8***	235	57,2±2,4***

Примечание. * — разница по сравнению с группой с низким уровнем приверженности достоверна: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$; ^ — разница по сравнению с группой со средним уровнем приверженности достоверна: ^ — $p < 0,05$, ^^ — $p < 0,01$, ^^ — $p < 0,001$.

Согласно полученным результатам, среди детей с низким уровнем приверженности к АРВТ лишь у 31,2% наблюдались нормальные показатели CD4+ лимфоцитов. У большинства пациентов данной группы (68,8%) было выявлено снижение уровня CD4+ клеток различной степени выраженности, при этом у 33,9% детей отмечалось критическое снижение показателя менее 200 кл/мкл, ассоциированное с высоким риском развития тяжёлых оппортунистических осложнений и летального исхода.

В группе со средним уровнем приверженности доля пациентов с нормальными значениями CD4+ лимфоцитов была достоверно выше по сравнению с группой низкой приверженности ($p < 0,001$) и составила 49,1%. Тем не менее более чем у половины обследованных детей сохранялись признаки иммунодефицита различной степени

выраженности. У каждого десятого ребёнка данной группы уровень CD4+ лимфоцитов снижался менее 200 кл/мкл, что свидетельствовало о сохраняющемся риске тяжёлой иммуносупрессии даже при частичном соблюдении режима терапии.

Наиболее благоприятные иммунологические показатели были зарегистрированы в группе детей с высоким уровнем приверженности к АРВТ. Доля пациентов с нормальным содержанием CD4+ лимфоцитов достигала 57,2%, что было достоверно выше по сравнению с другими группами наблюдения ($p < 0,001$). Одновременно удельный вес детей с выраженным снижением уровня CD4+ клеток оказался минимальным и составил лишь 8% ($p < 0,001$).

Следует отметить, что восстановление иммунологического статуса на фоне АРВТ представляет собой длительный процесс, требующий продолжительного периода эффективного лечения. В связи с этим сохранение высокой доли пациентов со сниженным уровнем CD4+ лимфоцитов даже при успешной терапии является закономерным и отражает



постепенный характер иммунной реконституции при ВИЧ-инфекции у детей.

Для более углублённого анализа влияния приверженности к АРВТ на состояние иммунной системы дополнительно были изучены степени иммунодефицита у ВИЧ-

инфицированных детей, включённых в исследование.

Данные отражены в таблице 2.

Таблица 2.

Степени иммунодефицита у ВИЧ-инфицированных детей с различными уровнями приверженности к АРВТ

Степень иммунодефицита	Уровень приверженности					
	Низкая		Средняя		высокая	
	абс	%	абс	%	абс	%
Отсутствует	22	20,2±3,8	104	59,4±3,7***	347	84,4±1,8***^^^
Незначительный	17	15,6±3,5	53	30,3±3,5**	61	14,8±1,8^^^
Умеренный	23	21,1±3,9	14	8,0±2,1**	3	0,7±0,4***^^^
Тяжелый	47	43,1±4,7	4	2,3±1,1	0	

Примечание. * — разница по сравнению с группой с низким уровнем достоверна: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$; ^ — разница по сравнению с группой со средним уровнем достоверна: ^ — $p < 0,05$, ^^ — $p < 0,01$, ^^^ — $p < 0,001$.

Анализ показал, что у детей с высоким уровнем приверженности в 99,3% случаев иммунодефицит либо отсутствовал (84,4%) либо был незначительный (14,8%) ($p < 0,001$). Лишь у 3 детей (0,7%) отмечалась умеренная степень иммунодефицита.

В группе детей со средним уровнем приверженности каждый десятый ребенок (10,3%) имел умеренную либо тяжелую степень иммунодефицита.

У детей с низким уровнем приверженности в 43,1% случаев регистрировался тяжелый иммунодефицит. Только у каждого 5-го ребенка (20,2 %) иммунодефицит

отсутствовал. Анализ показал, что это были преимущественно дети, недавно начавшие АРВТ.

Таким образом, можно сделать заключение, что состояние приверженности к АРВТ прямо влияет на иммунологическую эффективность терапии. Вместе с тем, необходимо отметить, что с учетом относительного медленного восстановления CD4+ клеток под воздействием АРВ-препаратов, доля лиц со сниженными показателями может быть выше.

Далее мы проанализировали влияние АРВТ на показатели вирусной нагрузки (РНК ВИЧ) детей, включенных в нашу выборку (таблица 3).

Таблица 3.

Показатели вирусной нагрузки у ВИЧ-инфицированных детей с различными уровнями приверженности к АРВТ

вирусная нагрузка	Уровень приверженности		
	Низкая	Средняя	высокая



	abc	%	abc	%	abc	%
Не определяемая	13	11,9±3,1	50	28,6±3,4***	144	35,0±2,4***
Менее 500	26	23,9±4,1	82	46,9±3,8***	249	60,6±2,4***^^^
менее 1000	1	0,9±0,9	7	4,0±1,5	6	1,5±0,6
1000-10 000	5	4,6±2,0	12	6,9±1,9	12	2,9±0,8
10 000-50 000	18	16,5±3,6	13	7,4±2,0*	0	
50 000-100 000	8	7,3±2,5	2	1,1±0,8*	0	
выше 100 000	38	34,9±4,6	9	5,1±1,7***	0	

Примечание. * — разница по сравнению с группой с низким уровнем достоверна: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$; ^ — разница по сравнению с группой со средним уровнем достоверна: ^ — $p < 0,05$, ^^ — $p < 0,01$, ^^ — $p < 0,001$. Корреляция: $r = 0,88$ Хи-квадрат: $\chi^2 = 293,8$, $n = 12$, $p < 0,01$.

Из данных таблицы видно, что в группе с высоким и средним уровнем приверженности практически у трети детей (35% и 28,6% соответственно), уровень РНК ВИЧ в крови был неопределяемым, причем этот показатель был достоверно выше, по сравнению с группой детей с низким уровнем приверженности ($p < 0,001$), где он составил лишь 11,9%.

Низкие уровни содержания РНК ВИЧ (менее 500-100 копий/мл) отмечались преимущественно у детей в группе с высоким уровнем приверженности (63,1%) ($p < 0,001$). Только у 2,9% детей из группы с высокой приверженностью концентрация РНК ВИЧ составила 1000-10 000 копий /мл.

Высокие уровни вирусной нагрузки (свыше 10 000 копий /мл) регистрировались у 58,7% детей группы с низким уровнем приверженности. В группе детей со средним уровнем приверженности этот показатель составил 13,6%, что

является не только показателем вирусологической неудачи лечения, но и сопряжено с высоким риском передачи инфекции в эпидемиологическом аспекте. Необходимо отметить, что в группе с высоким уровнем приверженности детей с высокими показателями вирусной нагрузки не регистрировалось.

Таким образом, резюмируя вышеизложенное, можно сделать заключение о том, что высокая приверженность к АРВТ является одним из основных условий эффективности антиретровирусного лечения, тогда как низкий и даже средний уровень приверженности является причиной клинических, иммунологических и вирусологических «неудач» лечения, что диктует необходимость разработки более эффективных методов обеспечения приверженности к АРВТ.

Выводы:

Согласно полученным результатам, среди детей с низким уровнем приверженности к АРВТ лишь у 31,2% наблюдались нормальные показатели CD4+ лимфоцитов. У большинства пациентов данной группы (68,8%) было выявлено снижение уровня CD4+ клеток различной степени



IF = 9.2

выраженности, при этом у 33,9% детей отмечалось критическое снижение показателя менее 200 кл/мкл, ассоциированное с высоким риском развития тяжёлых оппортунистических осложнений и летального исхода.

В группе со средним уровнем приверженности доля пациентов с нормальными значениями CD4+ лимфоцитов была достоверно выше по сравнению с группой низкой приверженности ($p < 0,001$) и составила 49,1%. Тем не менее более чем у половины обследованных детей сохранялись признаки иммунодефицита различной степени выраженности. У каждого десятого ребёнка данной группы уровень CD4+ лимфоцитов снижался менее 200 кл/мкл, что свидетельствовало о сохраняющемся риске тяжёлой иммуносупрессии даже при частичном соблюдении режима терапии.

Наиболее благоприятные иммунологические показатели были зарегистрированы в группе детей с высоким уровнем приверженности к АРВТ. Доля пациентов с нормальным

содержанием CD4+ лимфоцитов достигала 57,2%, что было достоверно выше по сравнению с другими группами наблюдения ($p < 0,001$). Одновременно удельный вес детей с выраженным снижением уровня CD4+ клеток оказался минимальным и составил лишь 8% ($p < 0,001$).

Следует отметить, что восстановление иммунологического статуса на фоне АРВТ представляет собой длительный процесс, требующий продолжительного периода эффективного лечения. В связи с этим сохранение высокой доли пациентов со сниженным уровнем CD4+ лимфоцитов даже при успешной терапии является закономерным и отражает постепенный характер иммунной реконституции при ВИЧ-инфекции у детей.

Для более углублённого анализа влияния приверженности к АРВТ на состояние иммунной системы дополнительно были изучены степени иммунодефицита у ВИЧ-инфицированных детей, включённых в исследование.

References:

1. Biswas B., Nguyen T.A., Nguyen T.L., Han S.D., Van Nguyen T., Nguyen L.V., et al. Clinical Outcomes and Associated Factors for Poor Adherence to Antiretroviral Therapy Among HIV-Infected Children in Vietnam. *Pediatr Infect Dis J.* 2022;41(4):298-303. DOI: 10.1097/INF.0000000000003419.
2. Kim S.H., Gerver S.M., Fidler S., Ward H. Adherence to Antiretroviral Therapy Among Children and Adolescents Living with HIV in Asia: A Multicenter Longitudinal Study. *J Acquir Immune Defic Syndr.* 2020;85(2):152-159. DOI: 10.1097/QAI.0000000000002413.
3. Bhattacharya S., Sinha A., Sangal B., Thakur J.S. Factors Influencing Adherence to Antiretroviral Therapy Among HIV-Infected Children in Low- and Middle-Income



Countries: A Systematic Review. *AIDS Care*. 2021;33(11):1378-1387. DOI: 10.1080/09540121.2020.1847249.

4. Fenta D.A., Weldegebreal F., Teklu A.M., Yeshitila Y.G. Long-Term Immunological and Virological Outcomes in Children Receiving Highly Active Antiretroviral Therapy in Ethiopia. *HIV AIDS (Auckl)*. 2021;13:223-233. DOI: 10.2147/HIV.S291311.

5. Ghebremeskel G.G., Fenta D.A., Teklu A.M., Gebremedhin K.B. Population-Specific Predictors of Immunologic Recovery Among HIV-Infected Children Receiving Combination Antiretroviral Therapy. *HIV AIDS (Auckl)*. 2024;16:145-156. DOI: 10.2147/HIV.S483094.

6. Alemayehu B., Etana B., Abebe M. Adherence to Antiretroviral Therapy and Associated Factors Among Children Living With HIV in East Wallaga Zone Public Health Institutions, Ethiopia. *SAGE Open Med*. 2023;11:20503121231215677. DOI: 10.1177/23259582231215677.

7. Kamau K., Chen Y., Muwonge T.R., et al. The Level of Antiretroviral Therapy (ART) Adherence Among Orphan Children and Adolescents Living with HIV/AIDS: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2024;19(2):e0295227. DOI: 10.1371/journal.pone.0295227.

8. Zhou S., Cluver L., Shenderovich Y., Toska E. Uncovering ART Adherence Inconsistencies: An Assessment of Sustained Adherence Among Adolescents in South Africa. *J Int AIDS Soc*. 2021;24(10):e25832. DOI: 10.1002/jia2.25832.

9. Casale M., Carlqvist A., Cluver L. Recent Interventions to Improve Retention in HIV Care and Adherence to Antiretroviral Treatment Among Adolescents and Youth: A Systematic Review. *AIDS Patient Care STDS*. 2019;33(6):237-252. DOI: 10.1089/apc.2018.0320.

10. Panel on Antiretroviral Therapy and Medical Management of Children Living With HIV. Guidelines for the Use of Antiretroviral Agents in Pediatric HIV Infection. U.S. Department of Health and Human Services; 2024. Available at: <https://clinicalinfo.hiv.gov/en/guidelines/pediatric-arv>.

11. Hamooya B.M., et al. Clinical Outcomes in the Era of Test and Treat Among HIV-Infected Children Receiving Antiretroviral Therapy in Sub-Saharan Africa. *Front Pediatr*. 2025;13:1480705. DOI: 10.3389/fped.2025.1480705.

12. Nowak K., et al. Pediatric Human Immunodeficiency Virus Infection in the Modern Antiretroviral Therapy Era. *Pediatrics International*. 2025;67(1):e70019. DOI: 10.1002/ped4.70019.

13. Ford N., Shubber Z., Pozniak A., Vitoria M., Doherty M., Kirby C., et al. Comparative Safety and Neuropsychiatric Adverse Events Associated with Efavirenz Use in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Acquir Immune Defic Syndr*. 2020;84(4):e36-e43. DOI: 10.1097/QAI.0000000000002360.

14. Lowenthal E.D., Bakeera-Kitaka S., Marukutira T., Chapman J., Goldrath K., Ferrand R.A. Perinatally Acquired HIV Infection in Adolescents from Sub-Saharan Africa: A Review of Emerging Challenges. *Lancet Child Adolesc Health*. 2021;5(8):627-639. DOI: 10.1016/S2352-4642(21)00135-3.