



## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ ПАЗИТАРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

*Ne'matova Gulafruz Nasrulloevna*

*Teacher of the "General Sciences" department of  
the Asian International University*

**Аннотация:** В статье рассматривается широкий спектр вопросов, связанных с паразитологией, включая разнообразие паразитов, их жизненные стратегии и взаимодействие с хозяевами. Подчеркивается важность географических факторов и антропогенного воздействия, таких как изменение климата, в изменении ареала паразитов и адаптации к новым условиям. Обсуждаются современные проблемы диагностики и лечения паразитозов, включая ограниченные возможности обнаружения и борьбы с устойчивыми паразитами. Особое внимание уделено роли молекулярных методов в изучении биоразнообразия, диагностике труднообнаружимых видов и разработке новых терапевтических подходов. В статье подчеркивается значимость экологического мониторинга и изучения резервуарных хозяев, таких как летучие мыши, в предотвращении зоонозных инфекций. Рассматриваются перспективы применения молекулярных технологий для улучшения диагностики и терапии паразитарных заболеваний.

### Широкое распространение и жизненные стратегии паразитов

Паразиты чрезвычайно широко распространены в окружающей среде и образуют сложные взаимоотношения со своими хозяевами, формируя системы "хозяин-паразит". Они обладают разнообразными жизненными стратегиями, паразитируя либо на поверхности тела хозяина (эктопаразиты), либо внутри его организма (эндопаразиты). Паразиты могут формировать как постоянные, зачастую долгосрочные, так и временные отношения. Кроме того, степень их специфичности к хозяину варьируется от узкой специализации на конкретных видах (специалисты) до возможности инфицировать широкий круг хозяев (генералисты). Их жизненные циклы зачастую сложны и включают использование различных стратегий взаимодействия с хозяином на разных стадиях развития. Эти циклы могут включать множество промежуточных хозяев, что обеспечивает эффективное распространение паразитов и их адаптацию к изменяющимся условиям. Их структура и функциональные особенности варьируются от микроскопических одноклеточных организмов, таких как простейшие, до многоклеточных паразитов, таких как гельминты и членистоногие, которые могут обладать сложной нервной системой и высокоразвитыми органами чувств.

### Значение географии и природы паразитов

Понимание паразитологии в значительной степени зависит от природы изучаемой группы паразитов и её географического распространения. Паразиты, известные своей патогенностью для человека, домашних и сельскохозяйственных животных, вызывают наибольший интерес, так как они оказывают прямое влияние на здоровье человека, экономику и продовольственную безопасность. Однако, несмотря на их важность, относительно таких паразитов известно всё



ещё недостаточно. Они функционируют в условиях динамично изменяющейся среды, которая подвергается воздействию антропогенных факторов, включая загрязнение, разрушение природных ареалов и климатические изменения. Эти изменения влияют на ареал обитания как хозяев, так и паразитов, что может приводить к расширению географического распространения патогенов и их адаптации к новым условиям. Например, паразиты могут становиться устойчивыми к ранее применявшимся методам лечения, что ещё больше усложняет борьбу с ними.

### **Неизвестное разнообразие паразитов и криптические виды**

Исследования показывают, что разнообразие паразитов, вероятно, значительно больше, чем известно на данный момент. Ежегодно открываются и описываются новые виды, многие из которых ранее оставались незамеченными из-за сложности их идентификации традиционными морфоанатомическими методами. Введение молекулярных методов тестирования позволило обнаружить так называемые криптические виды — генетически различающиеся организмы, которые невозможно или крайне сложно отличить друг от друга на основании морфологических признаков [13–19]. Эти находки открывают новые перспективы для более глубокого изучения биоразнообразия паразитов, их экологии и эволюционных стратегий [5–19].

### **Проблемы диагностики и лечения паразитозов**

Несмотря на прогресс в паразитологии, остаётся множество нерешённых задач. Существуют значительные пробелы в разработке эффективных методов обнаружения и диагностики многих паразитов, а также лечения паразитозов. Многие заболевания, вызванные паразитами, сопровождаются аллергическими реакциями, вторичными инфекциями и передачей патогенов. Необходимы улучшения в области мониторинга и прогнозирования паразитологических рисков, особенно в свете изменения климата, которое может расширять ареал хозяев и, следовательно, паразитов.

### **Роль современных технологий в паразитологии**

Современные технологии играют ключевую роль в улучшении методов исследования паразитов. Молекулярная биология стала незаменимым инструментом, обеспечивающим точность и эффективность в диагностике, таксономической идентификации и изучении паразитов. Эти методы позволяют идентифицировать организмы, которые сложно классифицировать традиционными способами, и исследовать эволюционные изменения, затрудняющие определение систематического положения. Использование молекулярных методов важно для изучения биоразнообразия, передачи патогенов и анализа сложных взаимосвязей в системах "хозяин–паразит".

### **Применение молекулярных методов в диагностике**

Молекулярные методы находят всё большее применение в различных направлениях паразитологии. Они используются для диагностики труднообнаружимых паразитов, таких как простейшие и микроскопические гельминты. Например, исследования, проводимые на польских военнослужащих, выявили использование молекулярных методов для обнаружения *Blastocystis* sp. Эти данные подчеркнули значительное увеличение риска инфицирования при длительном пребывании в новой среде, что способствует разработке профилактических мероприятий.

### **Экологический мониторинг и резервуарные хозяева**

Экологический мониторинг также является важным направлением. Исследования резервуарных хозяев, таких как летучие мыши, показали, что эти животные могут быть источником паразитов



с зоонозным потенциалом, включая *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum* и микроспоридии *Encerphalitozoon* spp. Эти находки имеют глобальное значение, подтверждая роль летучих мышей как переносчиков патогенов, опасных для человека и животных.

### Перспективы развития молекулярных инструментов в терапии

Развитие молекулярных инструментов открывает новые возможности для диагностики и терапии. Примером является разработка улучшенных тестов для диагностики кишечных паразитов, таких как *Cryptosporidium* spp., *Giardia intestinalis* и *Entamoeba histolytica*, которые вызывают тяжёлые заболевания и высокую смертность.

### Использованные литературы:

1. Poulin, R.; Morand, S. The diversity of parasites. *Q. Rev. Biol.* 2000, 75, 277–293.
2. Bush, A.O.; Fernández, C.; Esch, G.W.; Seed, J.R. *Parasitism: The Diversity and Ecology of Animal Parasites*; University Press: Cambridge, UK, 2002; p. passim.
3. Park, A.W.; Farrell, M.J.; Schmidt, J.P.; Huang, S.; Dallas, T.A.; Pappalardo, P.; Drake, J.M.; Stephens, P.R.; Poulin, R.; Nunn, C.L.; et al. Characterizing the phylogenetic specialism–generalism spectrum of mammal parasites. *Proc. R. Soc. B* 2018, 285, 20172613.
4. Runghen, R.; Poulin, R.; Monlleó-Borrull, C.; Llopis-Belenguer, C. Network analysis: Ten years shining light on host–parasite interactions. *Trends Parasitol.* 2021, 37, 445–455.
5. Poulin, R. How many parasites species are there: Are we close to answer? *Int. J. Parasitol.* 1996, 26, 1127–1129.
6. Dobson, A.; Lafferty, K.D.; Kuris, A.M.; Hechinger, R.F.; Jetz, W. Homage to Linnaeus: How many parasites? How many hosts? *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 2008, 105, 1482–11489.
7. Leung, T.L.F.; Keeney, D.B.; Poulin, R. Cryptic species complexes in manipulative echinostomatid trematodes: When two becomesix. *Parasitology* 2009, 136, 241–252.
8. Nadler, S.A.; De León, G.P. Integrating molecular and morphological approaches for characterizing parasite cryptic species: Implications for parasitology. *Parasitology* 2011, 138, 1688–1709.
9. Poulin, R. Uneven distribution of cryptic diversity among higher taxa of parasitic worms. *Biol. Lett.* 2011, 7, 241–244.
10. Ghai, R.R.; Chapman, C.A.; Omeja, P.A.; Davies, T.J.; Goldberg, T.L. Nodule worm infection in humans and wild primates in Uganda: Cryptic species in a newly identified region of human transmission. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2014, 8, e2641.
11. Bray, R.A.; Cribb, T.H. Are cryptic species a problem for parasitological biological tagging for stock identification of aquatic organisms? *Parasitology* 2015, 142, 125–133.
12. Jephcott, T.G.; Sime-Ngando, T.; Gleason, F.H.; Macarthur, D.J. Host–parasite interactions in food webs: Diversity, stability, and coevolution. *Food Webs* 2016, 6, 1–8.
13. Nilsson, E.; Taubert, H.; Hellgren, O.; Huang, X.; Palinauskas, V.; Markovets, M.Y.; Valkiunas, G.; Bensch, S. Multiple cryptic species of sympatric generalists within the avian blood parasite *Haemoproteus majoris*. *J. Evol. Biol.* 2016, 29, 1812–1826.
14. Izdebska, J.N.; Rolbiecki, L. The biodiversity of demodecid mites (Acariformes: Prostigmata), specific parasites of mammals with a global checklist and a new finding for *Demodex sciurinus*. *Diversity* 2020, 12, 261.



15. Selbach, C.; Soldánová, M.; Feld, C.K.; Kostadinova, A. Bernd Sures1. Hidden parasite diversity in a european freshwater system. *Sci. Rep.* 2020, 10, 2694.
16. Forrester, G.E.; Mccaffrey, M.T.; Terpis, K.X.; Lane, C.E. Using DNA barcoding to identify host-parasite interactions between cryptic species of goby (Coryphopterus: Gobiidae, Perciformes) and parasitic copepods (Pharodes tortugensis: Chondracanthidae, Cyclopoida). *Zootaxa* 2021, 5048, 99–117.
17. Cháves-González, L.E.; Morales-Calvo, F.; Mora, J.; Solano-Barquero, A.; Verocai, G.G.; Rojas, A. What lies behind the curtain: Cryptic diversity in helminth parasites of human and veterinary importance. *Curr. Res. Parasitol. Vector Borne Dis.* 2022, 2, 100094.
18. Buhler, K.J.; Snyman, L.P.; Fuglei, E.; Davidson, R.; Ptochos, S.; Galloway, T.; Jenkins, E. A circumpolar parasite: Evidence of a cryptic undescribed species of sucking louse, *Linognathus* sp., collected from Arctic foxes, *Vulpes lagopus*, in Nunavut (Canada) and Svalbard (Norway). *Med. Vet. Entomol.* 2023, 37, 656–664.
19. Miljević, M.; Rajičić, M.; Umhang, G.; Bajić, B.; Bjelić Cabrilo, O.; Budinski, I.; Blagojević, J. Cryptic species ~ *Hydatigera kamiyai* and other taeniid metacestodes in the populations of small mammals in Serbia. *Parasit. Vectors* 2023, 16, 250.
20. Brooks, D.R.; Hoberg, E.P. How will global climate change affect parasite–host assemblages? *Trends Parasitol.* 2007, 23, 571–574.
21. Ndao, M. Diagnosis of parasitic diseases: Old and new approaches. *Interdiscip. Perspect. Infect. Dis.* 2009, 278246.
22. Dantas-Torres, F. Climate change, biodiversity, ticks and tick-borne diseases: The butterfly effect. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 2015, 4, e452–e461. *Int. J. Mol. Sci.* 2024, 25, 6373 4 of 5
23. Meurs, L.; Polderman, A.M.; Vinkeles Melchers, N.V.S.; Brienen, E.A.T.; Verweij, J.J.; Groosjohan, B.; Mendes, F.; Mechendura, M.; Hepp, D.H.; Langenberg, M.C.C.; et al. Diagnosing polyparasitism in a high-prevalence setting in Beira, Mozambique: Detection of intestinal parasites in fecal samples by microscopy and real-time PCR. *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2017, 11, e0005310.
24. Byers, J.E. Effects of climate change on parasites and disease in estuarine and nearshore environments. *PLoS Biol.* 2020, 18, e3000743.
25. Paterson, R.A.; Poulin, R.; Selbach, C. Global analysis of seasonal changes in trematode infection levels reveals weak and variable link to temperature. *Oecologia* 2024, 204, 377–387.
26. McManus, D.P.; Bowles, J. Molecular genetic approaches to parasite identification: Their value in diagnostic parasitology and systematics. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 1996, 26, 687–704.
27. Ahmed, M.; Singh, M.N.; Bera, A.K.; Bandyopadhyay, S.; Bhattacharya, D. Molecular basis for identification of species/isolates of gastrointestinal nematode parasites. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 2011, 4, 589–593.
28. Dzido, J.; Kijewska, A.; Rokicki, J. Selected mitochondrial genes as species markers of the Arctic *Contraecum osculatum* complex. *J. Helminthol.* 2012, 86, 252–258.
29. Li, Y.; Chen, Z.; Liu, Z.; Liu, J.; Yang, J.; Li, Q.; Li, Y.; Cen, S.; Guan, G.; Ren, Q.; et al. Molecular identification of *Theileria* parasites of northwestern Chinese Cervidae. *Parasit. Vectors* 2014, 7, 225.
30. Olsson-Pons, S.; Clark, N.J.; Ishtiaq, F.; Clegg, S.M. Differences in host species relationships and biogeographic influences produce contrasting patterns of prevalence, community composition and



- genetic structure in two genera of avian malaria parasites in southern Melanesia. *J. Anim. Ecol.* 2015, 84, 985–998.
31. Umbers, K.D.L.; Byatt, L.J.; Hill, N.J.; Bartolini, R.J.; Hose, G.C.; Herberstein, M.E.; Power, M.L. Prevalence and molecular identification of nematode and dipteran parasites in an Australian Alpine Grasshopper (*Kosciuscola tristis*). *PLoS ONE* 2015, 10, e0121685.
  32. Cai, P.; Gobert, G.N.; McManus, D.P. MicroRNAs in parasitic helminthiases: Current status and future perspectives. *Trends Parasitol.* 2016, 32, 71–86.
  33. Mäser, P.; Brun, R. From Molecule to Drug. In *Molecular Parasitology. Protozoan Parasites and Their Molecules*; Walochnik, J., Duchêne, M., Eds.; Springer: Wien, Austria, 2016; pp. 491–507.
  34. Said, Y.; Gharbi, M.; Mhadhbi, M.; Dhibi, M.; Lahmar, S. Molecular identification of parasitic nematodes (Nematoda: Strongylida) in feces of wild ruminants from Tunisia. *Parasitology* 2017, 145, 901–911.
  35. Kavunga-Membo, H.; Ilombe, G.; Masumu, J.; Matangila, J.; Imponge, J.; Manzambi, E.; Wastenga, F.; Ngoyi, D.M.; Van Geetruyden, J.P.; Muyembe, J.J. Molecular identification of *Plasmodium* species in symptomatic children of Democratic Republic of Congo. *Malar. J.* 2018, 17, 334.
  36. Poppinga, A.; Demastes, J.W.; Spradling, T.A.; Hafner, D.J.; Hafner, M.S. Host-parasite associations of the *Cratogeomys fumosus* species group and their chewing lice, *Geomydoecus*. *Therya* 2019, 10, 81–89.
  37. Alburqueque, R.A.; Palomba, M.; Santoro, M.; Mattiucci, S. Molecular identification of zoonotic parasites of the genus *Anisakis* (Nematoda: Anisakidae) from fish of the Southeastern Pacific Ocean (Off Peru Coast). *Pathogens* 2020, 9, 910.
  38. Abraham, D.; Graham-Brown, J.; Carter, D.; Gray, S.A.; Hessa, J.A.; Makepeace, B.L.; Lustigman, S. Development of a recombinant vaccine against human onchocerciasis. *Expert Rev. Vaccines* 2021, 20, 1459–1470.
  39. Carrillo Bilbao, G.A.; Navarro, J.C.; Garigliany, M.-M.; Martin-Solano, S.; Minda, E.; Benítez-Ortiz, W.; Saegerman, C. Molecular identification of *Plasmodium falciparum* from captive non-human primates in the Western Amazon Ecuador. *Pathogens* 2021, 10, 791.
  40. Dufлот, M.; Setbon, T.; Midelet, G.; Brauge, T.; Gay, M. A review of molecular identification tools for the opisthorchioidea. *J. Microbiol. Methods* 2021, 187, 106258.
  41. Rollins, A.; Krupa, K.; Millward, G.; Piombino-Mascali, D.; Reinhard, K.; Kaestle, F. Molecular identification of parasites in an intestinal coprolite from a mummified religious dignitary of the Piraino Mother Church crypt, Sicily. *J. Archaeol. Sci.-Rep.* 2021, 38, 103022.
  42. Pitaksakulrat, O.; Sithithaworn, P.; Kopolrat, K.Y.; Kiatsopit, N.; Saijuntha, W.; Andrews, R.H.; Petney, T.N.; Blair, D. Molecular identification of trematode parasites infecting the freshwater snail *Bithynia siamensis* *goniomphalos* in Thailand. *J. Helminthol.* 2022, 96, e49.
  43. Santacruz, A.; Barluenga, M.; Pérez-Ponce de León, G. The macroparasite fauna of cichlid fish from Nicaraguan lakes, a model system for understanding host–parasite diversification and speciation. *Sci. Rep.* 2022, 12, 3944.
  44. Strazdaite-Žielienė, Ž.; Baranauskaitė, A.; Butkauskas, D.; Servienė, E.; Prakas, P. Molecular identification of parasitic Protozoa *Sarcocystis* in water samples. *Vet. Sci.* 2022, 5, 412.



45. Hui En Chan, A.; Thaenkham, U. From past to present: Opportunities and trends in the molecular detection and diagnosis of *Strongyloides stercoralis*. *Parasit. Vectors* 2023, 16, 123.
46. Lazrek, Y.; Florimond, C.; Volney, B.; Discours, M.; Mosnier, E.; Houzé, S.; Pelleau, S.; Musset, L. Molecular detection of human *Plasmodium* species using a multiplex real time PCR. *Sci. Rep.* 2023, 13, 11388.
47. Pietrzak-Makyla, B.; Korzeniewski, K.; Gładysz, P.; Lass, A. Detection and molecular characterization of *Blastocystis* species in Polish soldiers stationed in the Republic of Kosovo. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 14100.
48. Bártoová, E.; Marková, J.; Sedláčková, J.; Band'ouchová, H.; Račka, K. Molecular detection of *Toxoplasma gondii*, *Neospora caninum* and *Encephalitozoon* spp. in vespertilionid bats from Central Europe. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 9887. *Int. J. Mol. Sci.* 2024, 25, 6373 5 of 5
49. Aghazadeh, M.; Jones, M.; Perera, S.; Nair, J.; Tan, L.; Clark, B.; Curtis, A.; Jones, J.; Ellem, J.; Olma, T.; et al. The application of 3base™ technology to diagnose eight of the most clinically important gastrointestinal protozoan infections. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 13387.
50. Dłabrowska, J.; Sroka, J.; Cencek, T. Investigating *Cryptosporidium* spp. using genomic, proteomic and transcriptomic techniques: Current progress and future directions. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 12867.
51. Morán, P.; Serrano-Vázquez, A.; Rojas-Velázquez, L.; González, E.; Pérez-Juárez, H.; Hernández, E.G.; de los Angeles Padilla, M.; Zaragoza, M.E.; Portillo-Bobadilla, T.; Ramiro, M.; et al. Amoebiasis: Advances in diagnosis, treatment, immunology features and the interaction with the intestinal ecosystem. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 11755.
52. Perrone, A.E.; Pinillo, M.; Rial, M.S.; Fernández, M.; Milduberg, N.; González, C.; Bustos, P.L.; Fichera, L.E.; Laucella, S.A.; Albareda, M.C.; et al. *Trypanosoma cruzi* secreted cyclophilin TcCyP19 as an early marker for trypanocidal treatment efficiency. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 11875.