

भारत की मलेरिया से लड़ाई: नवाचार, टीके और 2030 तक उन्मूलन की दिशा

- संबंध: GS पेपर III-स्वास्थ्य और रोग प्रबंधन, विज्ञान और प्रौद्योगिकी, वैश्विक स्वास्थ्य और नीति, और पर्यावरणीय और पारिस्थितिकीय पहलू



संदर्भ

- 2023 में, मलेरिया ने लगभग 294 मिलियन लोगों को संक्रमित किया और लगभग 600,000 मौतों का कारण बना। वैश्विकस्तर पर मलेरिया प्रगति रुक गई है, क्योंकि परजीवी उपचारों के प्रतिमच्छर प्रतिरोधक क्षमता विकसित कर चुका है और कीटाणुनाशकों के प्रति सहनशील हो गए हैं। हालाँकि भारत ने 2015 से 2023 तक मलेरिया बोझ में 80% से अधिक की कमी की, फिर भी कुछ आदिवासी क्षेत्रों, जैसे कि लॉन्गतलाई (मिजोरम) और नारायणपुर (छत्तीसगढ़), में मलेरिया दरें उच्च रहीं। भारत प्लास्मोडियम विवैक्स से भी जूझ रहा है, जो यकृत में निष्क्रिय अवस्था में रह सकता है, जिससे उन्मूलन के प्रयास जटिल हो जाते हैं।

मलेरिया का अफ्रीकी क्षेत्र में विनाशकारी प्रभाव

- विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार अफ्रीकी क्षेत्र में वैश्विक मलेरिया का अनुपातिक रूप से उच्च हिस्सा है।
- WHO के अनुसार 2023 में अफ्रीकी क्षेत्र में 94% मलेरिया के मामले (246 मिलियन) और 95% (569,000) मलेरिया से होने वाली मौतें हुईं।
- 5 वर्ष से कम आयु के बच्चों ने क्षेत्र में कुल मलेरिया मौतों का लगभग 76% हिस्सा बनाता है।

- बेहतर टीकों की आवश्यकता अत्यंत महत्वपूर्ण है। पहला स्वीकृत टीका, RTS,S, 55% सुरक्षा प्रदान करता था, लेकिन इसके लिए कई डोज की आवश्यकता थी। 2023 में, R21/Matrix-

Mटीके ने 77% प्रभावकारिता दिखाई और WHO द्वारा इसे विशेष रूप से भारत के लिए स्वीकृत किया गया, जिसमें कम डोज और कम लागत थी।

संक्रमण-रोकने वाले टीके (TBVs)

- संक्रमण-रोकने वाले टीके (TBVs) का उद्देश्य मच्छर में परजीवी को लक्षित करके मलेरिया के संचरण को रोकना है, जिससे जनसंख्या स्तर पर इसके प्रसार को रोका जा सके। Pfs230D1 टीका एंटीबॉडीज़ उत्पन्न करता है जो मच्छर की आंत में परजीवी के संक्रमण को रोकते हैं, जिससे माली में Phase 2 परीक्षण में संचरण 78% तक कम हो गया।
- यह रणनीति भारत के लिए महत्वपूर्ण है, जहां असंक्रमित वाहकों का उच्च अनुपात है।
- जुलाई 2025 में, भारतीय चिकित्सा अनुसंधान परिषद (ICMR) ने भारत का पहला स्वदेशी दो-स्तरीय मलेरिया टीका AdFalciVax की घोषणा की। यह प्री-एरिथ्रोसाइटिक (PfCSP) और संक्रमण-रोकने वाले (Pfs230 और Pfs48/45) एंटीजन का संयोजन है, जो संक्रमण को रोकने और संचरण को रोकने का लक्ष्य रखता है।
- Plasmodium vivax पर भी प्रगति हो रही है। थाईलैंड में, Pvs230D1M TBV ने मच्छर के संचरण को 96% तक घटा दिया, जो भारत में मिश्रित प्रजातियों के संक्रमण के लिए उम्मीद जगाता है। एक समान P. vivax अनुसंधान कार्यक्रम AdFalciVax के सह-आविष्कारक संगीमित्रा पाटी और सुशील सिंह के साथ सहयोग में चल रहा है।

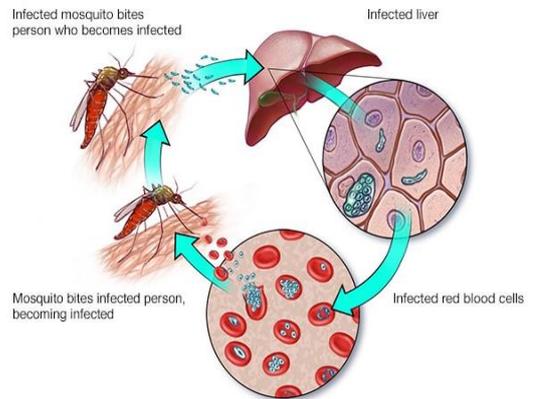
भारत में मिश्रित प्रजातियों का मलेरिया संक्रमण

- यह तब होता है जब एक व्यक्ति एक ही समय में मलेरिया परजीवी की दो या दो से अधिक प्रजातियों से संक्रमित होता है। इसमें शामिल दो प्रमुख प्रजातियाँ हैं:

1. **Plasmodium falciparum** – यह अधिक गंभीर रूप है, जो मलेरिया से संबंधित अधिकांश मौतों का कारण बनता है।

2. **Plasmodium vivax** – यह कम गंभीर रूप है, लेकिन यह पुनरावृत्त हो सकता है क्योंकि परजीवी जिगर में निष्क्रिय रहता है।

- मिश्रित प्रजातियों का मलेरिया संक्रमण, जिसमें P. falciparum और P. vivax दोनों शामिल होते हैं, निदान और उपचार को जटिल बना देता है, क्योंकि इसके लिए विभिन्न दवाओं की आवश्यकता होती है। यह मलेरिया के उन्मूलन में रुकावट डालता है, नियंत्रण को जटिल बनाता है और दवाओं के प्रतिरोध में योगदान करता है।



प्रतिरक्षा शक्ति को बढ़ाना

- प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को बढ़ाना मलेरिया अनुसंधान का एक और महत्वपूर्ण क्षेत्र है। हाल ही में एक प्रोटीन-आधारित टीका जिसमें फेरिटिन नैनो कण को CpG (हेपेटाइटिस B टीकों में इस्तेमाल होने वाला एक प्रतिरक्षा उत्तेजक) के साथ जोड़ा गया, ने चूहों में जिगर के स्तर पर परजीवी के बोझ को 95% तक कम किया।
- **mRNA टीका प्लेटफॉर्म:** शोधकर्ता mRNA टीकों जैसे नए प्लेटफॉर्मों की भी जांच कर रहे हैं , जो तेजी से उत्पादन और आसान संशोधन की अनुमति देते हैं। 2025 में, CureVac और अमेरिकी राष्ट्रीय स्वास्थ्य संस्थान (NIH) ने Pfs25 एंटीजन (जो परजीवी के यौन चरण को लक्षित करता है) को mRNA-लिपिड नैनो कण में कोड किया , जिससे चूहों में पूर्ण संचरण अवरोध प्राप्त हुआ, और केवल दो डोज़ से छह महीने से अधिक समय तक एंटीबॉडीज़ रही।
- मलेरिया एंटीजन को संशोधित करना एक और तरीका है जिसे परीक्षण किया जा रहा है। एक प्रयोगात्मक टीके ने PfCSP (एक सतह प्रोटीन) को MIP3 α , एक अणु से जोड़ा , जो प्रतिरक्षा कोशिकाओं को आकर्षित करता है। चूहों में , इसने मजबूत एंटीबॉडी और T-सेल प्रतिक्रियाएँ उत्पन्न कीं , जिससे जिगर-स्तरीय संक्रमण 88% तक घट गया। यह प्रतिरक्षा लक्षण को सुधारने की संभावनाओं को दर्शाता है।
- टीकों के अलावा , वैज्ञानिक यह अध्ययन कर रहे हैं कि मलेरिया प्रतिरक्षा प्रणाली से कैसे बचता है। *P. falciparum* RIFIN प्रोटीन का उपयोग LILRB1 रिसेप्टर्स से जुड़ने के लिए करता है, जिससे प्रतिरक्षा कोशिकाएँ बंद हो जाती हैं। एक नई इंजीनियर की गई एंटीबॉडी , D1D2.v-IgG, इस इंटरएक्शन को ब्लॉक करती है , जिससे प्रतिरक्षा कार्य फिर से बहाल हो सकता है और नए उपचारों या टीकों की प्रतिक्रियाओं का समर्थन हो सकता है।
- इस बीच, CRISPR-आधारित जीन ड्राइव्स मच्छरों, मलेरिया वेक्टर, को लक्षित करते हैं, जिससे ऐसे जीन डाले जाते हैं जो प्रजनन क्षमता को बाधित करते हैं। एक ऐतिहासिक अध्ययन ने एक साल के भीतर *Anopheles gambiae* कॉलोणियों का उन्मूलन कर दिया, बिना किसी प्रतिरोध के। हालांकि, नैतिक और पारिस्थितिकीय चिंताएँ उत्पन्न होती हैं , क्योंकि एक बार जीन ड्राइव्स रिलीज़ हो जाने के बाद उन्हें वापस नहीं लिया जा सकता।



- **नरम तरीके:** इस समस्या को हल करने के लिए, शोधकर्ता नरम तरीकों की खोज कर रहे हैं। 2025 में, एक अध्ययन ने FREP1 जीन को संपादित किया ताकि मच्छरों में मलेरिया परजीवी को रोका जा सके, और इस गुण को दस पीढ़ियों में 90% से अधिक प्रयोगशाला मच्छरों में फैलाया, बिना उनके जीवित रहने पर असर डाले। एक अन्य तरीके ने मच्छरों को संक्रमित होने पर जल्दी मरने के लिए इंजीनियर किया, जिससे एक आत्म-सीमित प्रतिक्रिया चक्र बना, जिसमें जितना अधिक मलेरिया फैलता है, उतना ही यह अपने वाहकों को मारता है।

चुनौतियाँ और आगे का रास्ता

चुनौतियाँ:

1. **दवा और कीटाणुनाशक प्रतिरोध:** मलेरिया परजीवी का उपचारों के प्रति प्रतिरोध और मच्छरों का कीटाणुनाशकों के प्रति सहनशीलता, नियंत्रण प्रयासों को जटिल बनाते हैं।
2. **मिश्रित प्रजातियों का संक्रमण:** *P. falciparum* और *P. vivax* का सह-संक्रमण निदान और उपचार को और अधिक कठिन बना देता है।
3. **भौगोलिक बाधाएँ:** दूरदराज के क्षेत्र और स्थिर जल जैसे पर्यावरणीय तत्व मच्छरों की प्रजनन क्षमता और संचरण को बढ़ावा देते हैं।
4. **असंक्रमित वाहक:** वे व्यक्ति जो बिना लक्षणों के परजीवी को अपने शरीर में रखते हैं, मलेरिया का प्रसार जारी रखते हैं, जिससे नियंत्रण में मुश्किलें आती हैं।
5. **स्वास्थ्य सुविधाओं की कमी:** ग्रामीण और आदिवासी क्षेत्रों में सीमित स्वास्थ्य बुनियादी ढांचा प्रभावी निदान और उपचार में बाधा डालता है।

आगे का रास्ता:

1. **नवाचारक टीके:** द्वि-स्तरीय टीकों और संक्रमण-रोकने वाले टीकों जैसे AdFalciVax के विकास पर ध्यान केंद्रित करना।
2. **बेहतर वेक्टर नियंत्रण:** मच्छर की जनसंख्या को घटाने के लिए CRISPR तकनीकी का उपयोग और बेहतर कीटाणुनाशकों का प्रयोग।
3. **बेहतर समन्वय:** मलेरिया नियंत्रण उपायों को तेज करने के लिए सरकार, शोधकर्ताओं और अंतर्राष्ट्रीय संगठनों के बीच सहयोग को मजबूत करना।
4. **स्वास्थ्य सुविधाओं को सशक्त बनाना:** स्वास्थ्य कार्यकर्ताओं के लिए बेहतर प्रशिक्षण, प्रतिरोध की निगरानी, और निदान उपकरणों तक पहुंच का विस्तार।

निष्कर्ष:

- भारत की मलेरिया के खिलाफ लड़ाई 2030 तक नवाचार, नीति और सार्वजनिक स्वास्थ्य के एकीकरण की महत्वपूर्ण परीक्षा होगी। महत्वपूर्ण प्रगति के बावजूद, दवा प्रतिरोध, मिश्रित प्रजातियों के संक्रमण और दूरस्थ स्वास्थ्य सुविधाओं जैसी चुनौतियाँ बनी हुई हैं। हालांकि, टीका विकास, वेक्टर नियंत्रण रणनीतियों और वैश्विक सहयोग में प्रगति के साथ, भारत इन बाधाओं से निपटने के लिए अच्छी स्थिति में है। मलेरिया उन्मूलन को प्राप्त करने के लिए

निरंतर प्रयास, राजनीतिक प्रतिबद्धता और इस प्राचीन रोग की जटिलताओं को दूर करने के लिए नवाचारी समाधान आवश्यक हैं।

प्रारंभिक परीक्षा अभ्यास प्रश्न

प्रश्न: मलेरिया के संबंध में निम्नलिखित कथनों पर विचार करें:

1. 2023 में, WHO अफ्रीकी क्षेत्र ने वैश्विक मलेरिया मामलों का 94% और मलेरिया से संबंधित मौतों का 95% हिस्सा लिया।
2. भारत ने 2015 से 2023 तक अपने मलेरिया बोझ में 80% से अधिक की कमी की है, लेकिन कुछ आदिवासी क्षेत्रों में मलेरिया दरें अभी भी उच्च हैं।
3. *Plasmodium falciparum* कम गंभीर होता है और अधिकांश मलेरिया से संबंधित मौतों का कारण बनता है, जबकि *Plasmodium vivax* अपने निष्क्रिय जिगर चरण के कारण पुनरावृत्त हो सकता है।

उपरोक्त में से कौन सा/से कथन सही है/हैं?

- A) केवल 1 और 2
- B) केवल 2 और 3
- C) केवल 1 और 3
- D) 1, 2 और 3

उत्तर: D

मुख्य परीक्षा अभ्यास प्रश्न

प्रश्न: भारत में मलेरिया से लड़ने में प्रमुख चुनौतियों की जांच करें। साथ ही, इन चुनौतियों में *Plasmodium falciparum* और *Plasmodium vivax* के महत्व को समझाएं।

(15 अंक, 250 शब्द)

(वैकल्पिक विषय)
OPTIONAL SUBJECT
GEOGRAPHY
OPTIONAL
Fee - मात्र 6499 ₹
केवल 21 से 26 जून
2024

OPTIONAL SUBJECT
वैकल्पिक विषय
PSIR
Fee - मात्र 6999 ₹
केवल 01 से 06 जुलाई
2024
Dr. Faiyaz Sir