TRIỂN LÃM POSTER KHOA HỌC
DENGUE IN ACTION
SỐT XUẤT HUYẾT DENGUE: ỨNG DỤNG KHOA HỌC VÀO THỰC TIỄN HƯỚNG TỚI MỤC TIÊU QUẢN LÝ TOÀN DIỆN

MÔ HÌNH HOÁ ĐỘNG LỰC LÂY TRUYỀN TƯƠNG TÁC NGƯỜI-VÉC TƠ CỦA BỆNH SỐT XUẤT HUYẾT DENGUE KHU VỰC MIỀN BẮC 2016-2024

Thông tin tác giả: Nguyễn Hải Tuấn, Ngũ Duy Nghĩa, Nguyễn Công Khanh, Phạm Thị Cẩm Hà, Hà Hồng Nhung, Ngô Huy Tú, Lưu Nguyên Thắng, Trần Ngọc Thanh, Võ Hải Sơn*, Trần Như Dương, Vũ Sinh Nam
Đơn vị công tác: Viện Vệ sinh dịch tễ Trung ương Thông tin liên hệ: Email: tuannh.nihe@moh.gov.vn Số điện thoại: 0985.767.712 Địa chỉ: Số 1 Yéc xanh, Phường Hai Ba Trưng, TP. Hà Nội; *Cục Phòng bệnh, Ngõ 19 Duy Tân, Phường Cầu Giấy, TP. Hà Nội

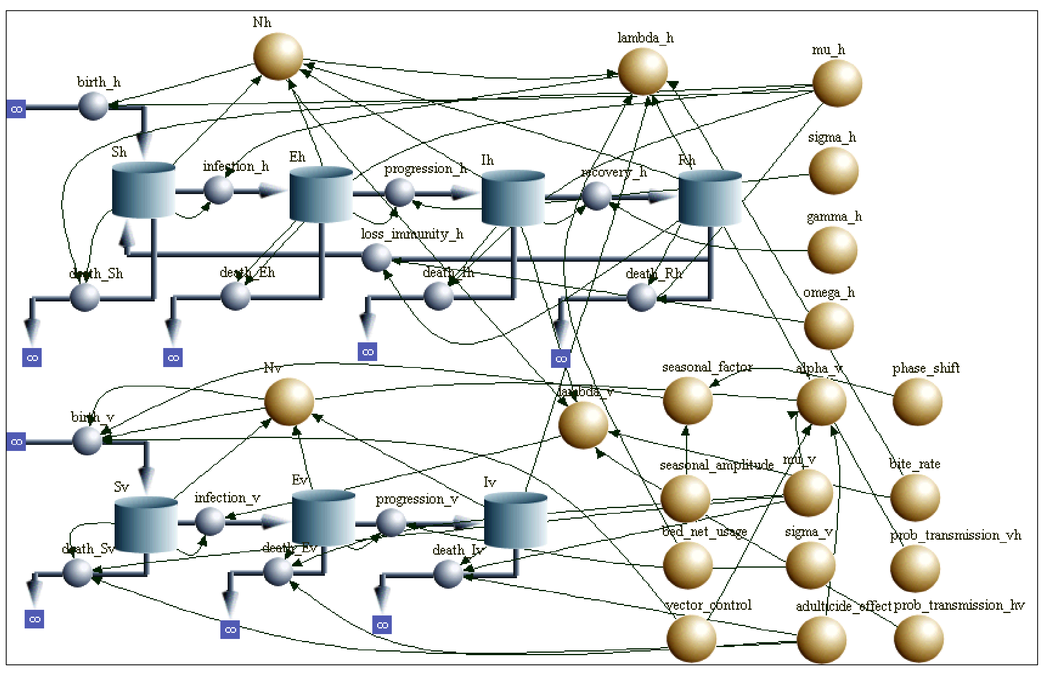
ĐẶT VẤN ĐỀ

- Sốt xuất huyết Dengue là một bệnh truyền nhiễm chịu sự chi phối của yếu tố thời tiết, động lực tương tác liên tục giữa người và véc-tơ truyền bệnh và tác động của các biện pháp phòng chống, khiến việc dự báo đỉnh dịch chỉ dựa trên giám sát dịch tễ truyền thống, bị động và thiếu tính bao quát.
- Các công cụ dự báo hiện có chủ yếu dựa vào số trường hợp bệnh được báo cáo, dữ liệu khí hậu thời tiết chưa mô tả được hiện tượng tương tác người – véc tơ, tác động của can thiệp y tế công cộng lên lực lây truyền của bệnh sốt xuất huyết.
- Việc ứng dụng mô hình toán học (như SEIR-SEI) cho phép lượng hóa các yếu tố lây truyền ẩn, mô phỏng chính xác hơn chu kỳ bùng phát và đánh giá định lượng hiệu quả của từng chiến lược can thiệp cộng đồng.
- Cách tiếp cận này có thể là chìa khóa chuyển đổi từ phản ứng dập dịch bị động sang dự báo sớm và quản lý toàn diện, tối ưu hóa nguồn lực y tế trong công tác kiểm soát sốt xuất huyết Dengue tại khu vực miền Bắc.

PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Nghiên cứu xây dựng mô hình khoang động học tương tác giữa người và muỗi nhằm mô phỏng toàn diện các giai đoạn lây truyền, phát bệnh và tích lũy miễn dịch trong cộng đồng.
- Mô hình tích hợp quy luật biến thiên thời tiết theo mùa đặc thù của miền Bắc cùng các can thiệp kiểm soát véc-tơ như diệt lăng quăng, phun hóa chất và sử dụng màn chống muỗi.
- Hệ thống được chuẩn hóa và kiểm chứng bằng chuỗi số liệu giám sát ca bệnh thực tế giai đoạn 2016 – 2024 để tái hiện chính xác chu kỳ và quy mô bùng phát dịch.

KẾT QUẢ VÀ KẾT LUẬN

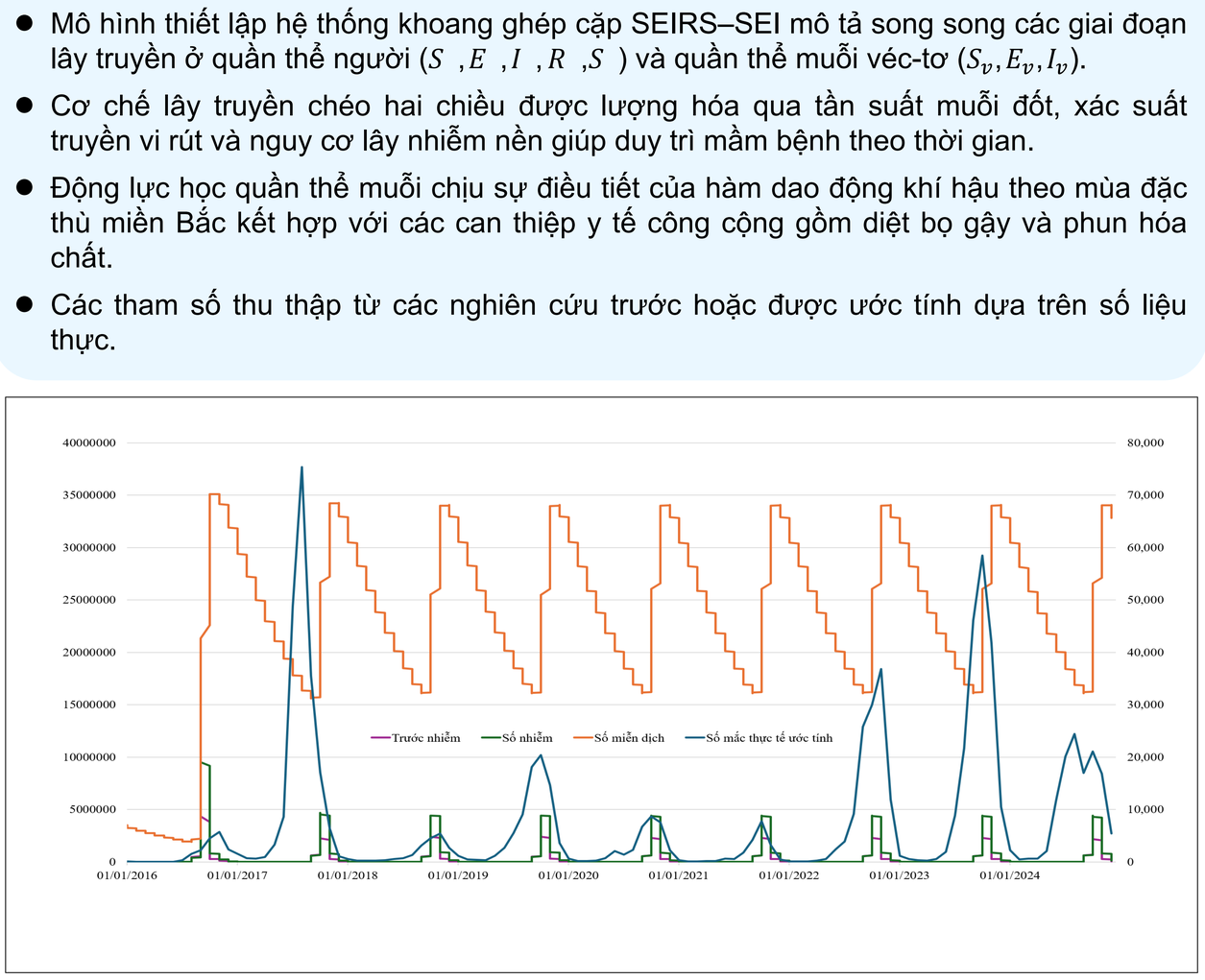


Hình 1. Sơ đồ dòng mô hình khoang SEIRS – SEI ghép cặp Người và Muỗi

Nh: Tổng dân số người; Sh: Số người cảm nhiễm; Eh: Số người nhiễm (chưa có khả năng lây truyền); Ih: Số người lây nhiễm (có khả năng lây truyền); Rh: Số người hồi phục (có miễn dịch bảo vệ); birth_h: Luồng sinh tự nhiên ở người; infection_h: Luồng lây nhiễm mới ở người; progression_h: Luồng phát bệnh (số ca mắc mới mỗi ngày); recovery_h: Luồng hồi phục bệnh ở người; loss_immunity_h: Luồng mất miễn dịch tự nhiên; death_Sh: Số người cảm nhiễm tử vong tự nhiên; death_Eh: Số người chưa lây nhiễm tử vong tự nhiên; death_Ih: Số người lây nhiễm tử vong tự nhiên; death_Rh: Số người hồi phục tử vong tự nhiên; lambda_h: Lực truyền nhiễm lên người; mu_h: Tỷ lệ sinh và tử vong tự nhiên ở người; sigma_h: Tốc độ phát bệnh sau thời gian ủ bệnh ở người; gamma_h: Tốc độ khỏi bệnh ở người; omega_h: Tốc độ mất kháng thể miễn dịch ở người; Nv: Tổng quần thể muỗi trưởng thành; Sv: Số muỗi cảm nhiễm; Ev: Số muỗi ủ bệnh ngoại sinh; Iv: Số muỗi có khả năng truyền bệnh; birth_v: Luồng sinh mới của muỗi; infection_v: Luồng muỗi bị nhiễm virus sau khi hút máu người bệnh; progression_v: Luồng muỗi hoàn tất thời kỳ ủ bệnh ngoại sinh; death_Sv: Số muỗi cảm nhiễm tử vong; death_Ev: Số muỗi ủ bệnh tử vong; death_Iv: Số muỗi truyền bệnh tử vong; lambda_v: Lực truyền nhiễm lên muỗi; seasonal_factor: Hệ số điều hòa mùa vụ; seasonal_amplitude: Biên độ dao động thời tiết theo mùa; phase_shift: Độ lệch pha mùa vụ; alpha_v: Hệ số sinh sản cân bằng của muỗi; mu_v: Tỷ lệ tử vong tự nhiên của muỗi; sigma_v: Tốc độ ủ bệnh ngoại sinh ở muỗi; bite_rate: Tần suất đốt của muỗi; prob_transmission_vh: Xác suất truyền virus từ muỗi sang người; prob_transmission_hv: Xác suất truyền virus từ người sang muỗi; bed_net_usage: Tỷ lệ sử dụng màn ngủ phòng muỗi đốt; vector_control: Hiệu quả can thiệp diệt bọ gậy/lăng quăng; adulticide_effect: Tỷ lệ chết bổ sung do phun hóa chất diệt muỗi trưởng thành.

1. CẤU TRÚC MÔ HÌNH SEIRS-SEI

- Mô hình thiết lập hệ thống khoang ghép cặp SEIRS–SEI mô tả song song các giai đoạn lây truyền ở quần thể người (S ,E ,I ,R ,S) và quần thể muỗi véc-tơ (S_v, E_v, I_v).
- Cơ chế lây truyền chéo hai chiều được lượng hóa qua tần suất muỗi đốt, xác suất truyền vi rút và nguy cơ lây nhiễm nền giúp duy trì mầm bệnh theo thời gian.
- Động lực học quần thể muỗi chịu sự điều tiết của hàm dao động khí hậu theo mùa đặc thù miền Bắc kết hợp với các can thiệp y tế công cộng gồm diệt bọ gậy và phun hóa chất.
- Các tham số thu thập từ các nghiên cứu trước hoặc được ước tính dựa trên số liệu thực.



Hình 2. Động lực lây truyền mô phỏng và số ca sốt xuất huyết Dengue thực tế giai đoạn 2016 – 2024.

2. KẾT QUẢ DỰ BÁO SXH BẰNG MÔ HÌNH SEIRS-SEI KHU VỰC MIỀN BẮC

- **Đồng pha chu kỳ mùa:** Mô hình mô phỏng thành công 9 đợt sóng dịch thường niên liên tục từ 2016 đến 2024, bám sát nhịp biến thiên khí hậu cận nhiệt đới đặc thù của miền Bắc.
- **Thời điểm bùng phát:** Đỉnh ca nhiễm (I) hàng năm tập trung đều đặn vào tháng 10 – tháng 11, sau đó giảm nhanh chóng về mức đáy vào các tháng mùa đông – xuân (tháng 1 – tháng 4).
- **Duy trì ca bệnh qua mùa đông:** Việc tích hợp nguy cơ lây nhiễm nền ($imported_risk$) giúp mầm bệnh không bị triệt tiêu hoàn toàn trong giai đoạn rét lạnh, tạo tiền đề bùng phát trở lại khi nhiệt độ và mật độ muỗi tăng cao vào mùa hè.
- **Giải thích các đỉnh dịch lớn:** Mô hình phản ánh được các giai đoạn áp lực dịch tễ tăng đột biến, giải thích cơ chế bùng phát của các vụ dịch quy mô lớn (như các năm 2017 và 2023 đạt đỉnh trên 58.000 – 75.000 ca/ngày) thông qua sự tích lũy mật độ cảm nhiễm kết hợp với đỉnh sinh sản của véc-tơ.
- **Hạn chế và khuyến nghị:** Các tham số mô phỏng cần tiếp tục hiệu chuẩn chính xác hơn bằng số liệu điều tra, giám sát dịch tễ - côn trùng học tại miền Bắc. Hệ thống giám sát và dự báo số xuất huyết Dengue cần xây dựng theo hướng tích hợp với bức tranh toàn cảnh đáp ứng.



Hình 3. Bức tranh toàn cảnh đáp ứng với sốt xuất huyết Dengue