

リアルタイム症候群サーベイランス

著者

Alex J. Elliot 英国公衆衛生庁 リアルタイム症候群サーベイランスチーム（バーミンガム、英国）、英国国立健康研究所 健康保護リサーチユニット 胃腸感染症-リバプール大学（リバプール、英国）

Helen E. Hughes 英国公衆衛生庁 リアルタイム症候群サーベイランスチーム（バーミンガム、英国）、国立保健研究所 健康保護リサーチユニット 胃腸感染症-リバプール大学（リバプール、英国）

Sally E. Harcourt 英国公衆衛生庁 リアルタイム症候群サーベイランスチーム、バーミンガム、英国

Roger A. Morbey 英国公衆衛生庁 リアルタイム症候群サーベイランスチーム（バーミンガム、英国）、英国国立健康研究所 健康保護リサーチユニット（防災準備・災害対策）-キングス・カレッジ・ロンドン（ロンドン、英国）

Sue Smith 英国公衆衛生庁 リアルタイム症候群サーベイランスチーム（バーミンガム、英国）

Gillian E. Smith 英国公衆衛生庁 リアルタイム症候群サーベイランスチーム（バーミンガム、英国）、国立保健研究所 健康保護リサーチユニット（防災準備・災害対策）-キングス・カレッジ・ロンドン（ロンドン、英国）

4.9.1 学習目的

以下を含め、リアルタイム症候群サーベイランスシステム (real-time syndromic surveillance) を支える主な要素と、研究における症候群サーベイランスデータの使用を理解する。

1. 症候群サーベイランス (syndromic surveillance) の定義
2. 症候群サーベイランスのデータソース
3. ガバナンスの問題
4. データ解析と統計
5. 研究における症候群サーベイランスの利用

4.9

4.9.2 序論

症候群サーベイランス (syndromic surveillance) とは、公衆衛生対応 (public health actions) が必要となる可能性のある潜在的な健康上の脅威 (potential health threats) (あるいはそのような事象がないこと (absence of impact)) を早期に特定することを目的とした、健康関連データのほぼリアルタイムの収集 (near real-time collection)・解析 (analysis)・解釈 (interpretation)・情報共有 (dissemination) のことである (1)。症候群サーベイランス (syndromic surveillance) は確立されたサーベイランス手法 (検査室ベースのサーベイランスなど) に比べると新しい分野だが、公衆衛生サーベイランスの革新的なアプローチ (innovative approach) として認められるようになるに伴い、国際的にも活用が進み始めている (growing in stature internationally)。災害・健康危機管理を含めた公衆衛生上の脅威の特定 (identification) と調査 (investigation) における症候群サーベイランスの利点 (advantages) としては、早期警戒 (early warning)、状況分析 (situational analysis)、状況の再確認の実現 (reassurance)、そして運用面での柔軟性 (flexibility) 等がある。

早期警戒 (early warning)

多くの症候群サーベイランスシステムはほぼリアルタイム (near-real-time) (1 日単位など) で稼働しており、タイムリーなインシデント (危機事象) の特定とインシデントへの対応が可能になっている。

状況覚知 (situational awareness)

インシデントへの対応中 (during an incident) には、症候群サーベイランスは受療行動 (healthcare seeking behaviour) に関する状況把握 (description) を可能にし、インシデント管理者 (incident managers) と対応チーム (response team) による意思決定やオペレーションに貢献する重要な知見 (key intelligence) をほぼリアルタイム (1 日単位など) で提供する (影響をより受けている年齢層 (particularly affected age groups) や地理的なクラスター (geographical clusters) の特定など)。

再確認 (reassurance)

マスギャザリング・イベント (mass gatherings and similar events) (多くの人が集合する大規模イベント) 等では、症候群サーベイランス (syndromic surveillance) は、重大で広範囲に及ぶような公衆衛生課題がないこと (no widespread acute public health problem) をデータに基づいて再確認 (provide reassurance) し、関係者の安心につなげられることが多い。この効果は、とりわけ事象に先立つ長期サーベイランスによって " 正常な (normal) " あるいは歴史的なベースライン基準値 (historical baseline level) が確立されている場合において顕著である。

柔軟性 (flexibility)

幅広く、柔軟な症候群 (broad and adaptable syndromes) を用いることで、症候群サーベイランス (syndromic surveillance) は、感染症の流行 (infectious disease outbreaks) から環境インシデント (environmental incidents)、マスギャザリング・イベント (mass gatherings) などの多様な公衆衛生対応 (response to the public health demands) において柔軟 (flexible) に活用することが可能である。加えて例えばワクチン接種などの公衆衛生介入の効果 (impact of public health interventions) を評価することもできる。また既存のサーベイランスシステムでカバーすることができない新たな健康に関する脅威 (newly emerging threats) の検知に利用することも可能である。

一般的に症候群サーベイランス (syndromic surveillance) は、医療提供者による標準的な患者の治療の一環として収集された匿名データ (anonymised data)、または、たとえば保健指導 (health advice) のような保健サービスへのアクセスの際などに得られた代理データ (proxies of population health、2.1 章も参照) の活用によってなされる。

この情報は、医療提供者 (healthcare provider) または保健指導者 (advisor) によって、通常は患者と接触してから診断 (diagnosis) あるいは病因 (cause of illness) が確定するまでの間に収集される。したがって、症候群サーベイランスに使用されるデータは、症候群の貴重な情報として詳細な症状 (valuable detail of symptoms)、主訴 (chief complaints)、臨床診断 (clinical diagnoses)、または受療行動に関する情報 (proxies for healthcare seeking behaviour) を含む。さらに、これらの情報は同時 (contemporaneously) に収集されるため、データをすぐに、多くは遅くとも翌日 (following day if not sooner) には利用できる (2)。

症候群サーベイランス (syndromic surveillance) では、収集された情報は公衆衛生事象との関連性 (syndromes of public health relevance) により分類 (groups) され整理 (collates) される (表 4.9.1)。各症候群は、カルテ等の患者記録様式における記載内容にそって症状 (symptoms)、主訴 (chief complaints)、臨床診断 (clinical diagnoses) などから構成される。データの形式 (format of data) はデータ提供者ごとに異なること (data provider specific) が多く、データ提供者が用いる患者記録様式 (local patient record) にどのように情報が記録また保管されるかに依存する。データは統一されたコード体系 (standardised coding system) や地域で使用される臨床用語リスト (locally used list of clinical terms) を使うこともあれば、自由記述式 (free text) の場合もある。

一例として、ある喘息症状を呈している患者 (a patient acutely presenting asthma) を管理している一般家庭医 (general practitioners, GP) は、患者の臨床管理状況を記録するのに所定の臨床コード (国際疾病分類 (ICD-10)、国際医療用語集 (SNOMED-CT)、リード・コード (Read Code) (いずれも用語集参照) など (3-5)) を使用する。この場合に症候群サーベイランスシステムが捕捉する喘息 (asthma monitored in a syndromic surveillance system) とは、一般家庭医 (GP) によって診療され臨床コードを付与された患者を含む受診患者 (patient contacts) ということになる。

4.9

表 4.9.1 幅広い公衆衛生上の脅威に柔軟に対応する症候群サーベイランスの症候群の例

監視する症候群 (syndrome monitored)	関連する公衆衛生上の脅威 (related public health threats)
喘息 (asthma)	呼吸器病原体 (respiratory pathogens)、大気汚染 (air pollution)、化学事故 (chemical incidents)、山火事や産業火災 (wild or industrial fires)、激しい雷雨 (severe thunderstorms)
発熱 (fever)	インフルエンザ (influenza)、呼吸器病原体 (respiratory pathogens)、熱波 (幼児) (heatwave (infants))
呼吸困難 (difficulty breathing)	大気汚染 (air pollution)、呼吸器病原体 (respiratory pathogens)、化学事故 (chemical incidents)、山火事や産業火災 (wild or industrial fires)
下痢と嘔吐 (diarrhea and vomiting)	胃腸病原体 (gastrointestinal pathogens)、洪水 (flooding)
結膜炎 (conjunctivitis)	呼吸器病原体 (respiratory pathogens)、化学事故 (chemical incidents)、山火事や産業火災 (wild or industrial fires)、アレルギー性鼻炎 (allergic rhinitis)
咳 (cough)	インフルエンザ (influenza)、RS ウイルス (5 歳未満の子供) (RS virus (children aged <5 years))、呼吸器病原体 (respiratory pathogens)、化学事故 (chemical incidents)、山火事や産業火災 (wild or industrial fires)

症候群サーベイランス (syndromic surveillance) によるモニタリングの対象は一般的には検査結果に基づく確定診断 (laboratory confirmed reports) ではない。このこと (すなわち原因となる病原体 (causal pathogen) との直接的な関連 (direct link) が確定されていないこと) は、報告の特異性 (specificity) にいくらかの制約をもたらす (とくに感染症の場合)。一方で症候群サーベイランス (syndromic surveillance) の利点として、多様なデータ (breadth of data) を多量 (volume of information) かつ柔軟 (flexible) に収集可能なため、報告の感度 (sensitivity) を顕著に向上させることができる。症候群サーベイランスシステムの適応の幅は広く、感染症 (infectious disease) (6-7)、環境事象 (environmental events) (8)、マスギャザリング・イベント (mass gatherings) (9-10)、テロ (terrorism) (11)、自然ハザードを原因とする災害からの復興 (recovery from disasters caused by natural hazards) (12-13)、ワクチン接種の影響の調査 (investigation of vaccination impact) (14) など、さまざまな公衆衛生インシデント (public health incidents) に柔軟に適応されてきている。一つの症候群 (a single syndrome) は複数の公衆衛生課題 (several different public health issues) に関連することもある (表 4.9.1)。また新たに出現した呼吸器病原体 (emerging respiratory pathogen) は既存の検査では検出できないかもしれないが、症状があって医療機関を受診する患者の人数 (numbers of presentation) の増加や重症度の変化 (severity of illness) は症候群データによって捕捉することができる可能性がある。

症候群サーベイランス (syndromic surveillance) は、様々なレベルの患者 (保健指導のみを求める患者から救急治療 (urgent emergency treatment) が必要な患者まで) を対象に、地域全体や国全体など広範な集団のサーベイランス (wider population surveillance) を提供でき、コミュニティ内の疾病の深刻さ (levels of severity of the disease within the community) についてその全体像を把握可能にするという利点がある。一方で検査に基づくサーベイランス (laboratory-based surveillance) は、検査を受けた者のみを対象とした結果に基づくというバイアスを伴うことが多く、その対象者は現時点で病気があり、相対的に重症 (more severely ill) で、入院中 (hospitalised) だったり、合併症や死亡のリスク (at risk of complications or death)

があるとみなされる患者に限定されがちである。

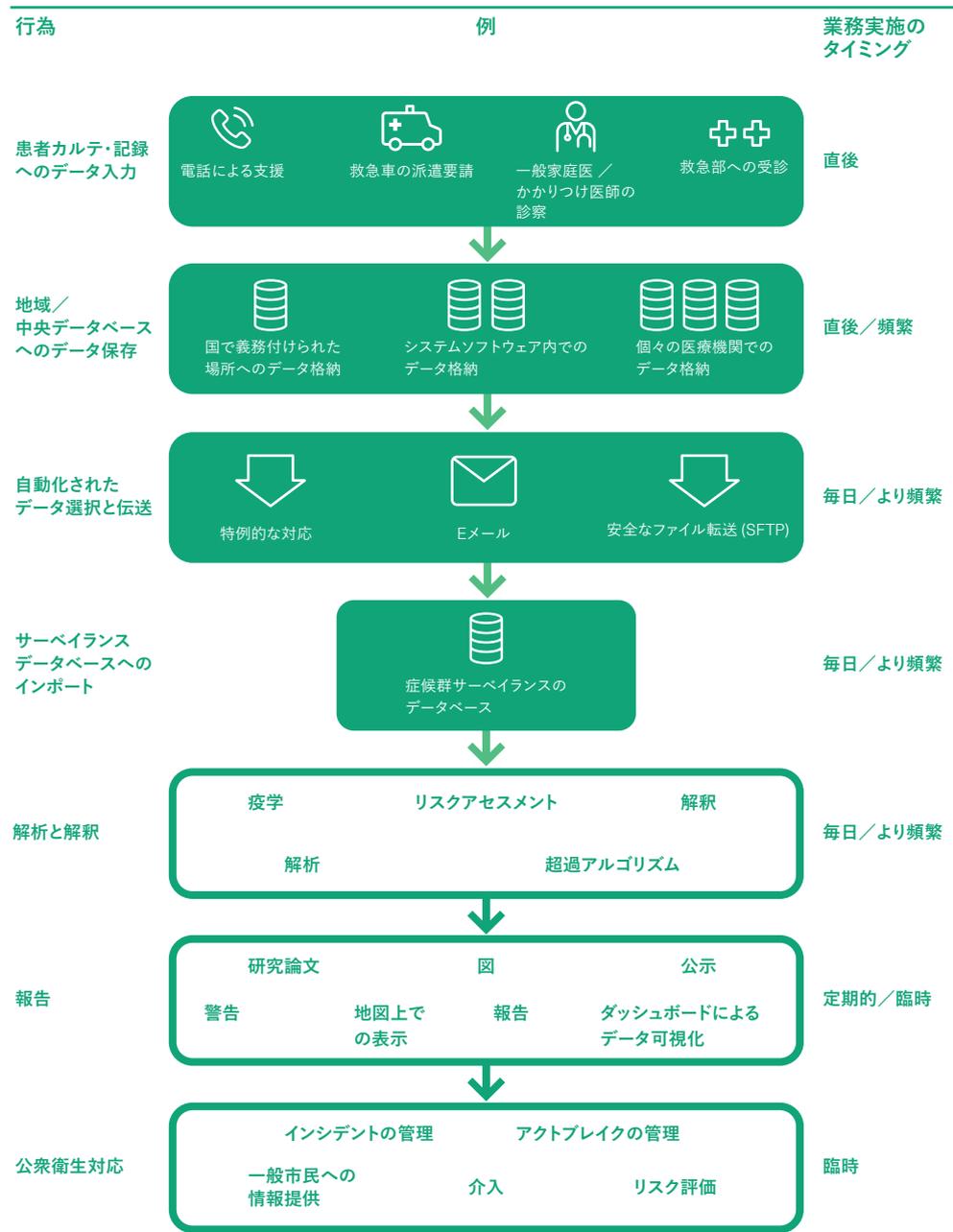
このような場合、検査室ベースのサーベイランス (laboratory surveillance) は疾病負荷の全体像 (total burden of disease) の一部分しか捕捉できていないことになる。

症候群サーベイランス (syndromic surveillance) と検査室ベースのサーベイランス (laboratory-based surveillance) は根本的に異なる仕組みであるが、実効性のある公衆衛生サーベイランスプログラム (functioning public health surveillance program) を実現する上で相乗効果 (synergistic) を有し、相互補完の関係 (complementing each other) にあることを理解しておくことは重要である。検査室ベースのサーベイランスがなければ、症候群データ (syndromic data) の季節変動 (seasonal trends) を説明する根本的な病原体 (underlying pathogens) を認定することはできない。また症候群サーベイランスがなければコミュニティにおける疾病負荷の全体像 (representative community-based estimates of disease burden) を推定することはできない。

症候群サーベイランス (syndromic surveillance) のデータ収集は通常は自動化 (automated) されており、医療提供者から公衆衛生組織 (public health organisations) に匿名の電子データ (anonymised data) が自動的に提出される。図 4.9.1 は、多くの関係要素 (multi-partite) からなる症候群サーベイランスにおける健康データのフローを示したものである。データ収集を自動化 (automation of data collection) すれば、データ提供者は時間をかけて報告のための追加作業を行ったり、報告対象となる患者記録に印をつけて覚えておいたりする必要がなくなる。自動化は特に保健医療サービス現場からのデータ収集を行うシステム構築の成功には欠かせない。自動化を実現すれば、データは通常の患者の治療・助言プロセスの一環として収集され、サーベイランスのためにデータ提供者の作業が増えたり変更されることはない。

4.9

図 4.9.1 多分割症候群サーベイランス業務のデータフローの例



出典：英国公衆衛生庁リアルタイム症候群サーベイランスチーム

4.9.3 症候群サーベイランスのデータソース

一般に症候群サーベイランス用のデータは、家庭医 (GP) 等の一次医療提供者 (primary care providers) や救急部 (emergency departments (Eds))、遠隔保健医療サービス (telehealth services)、救急車サービス (ambulance services) を含む幅広い医療サービスから求める。

一次医療 / 一般家庭医 / 医師 / 家庭医

一次医療のサーベイランス (primary care surveillance) は、コミュニティの疾病 (community morbidity) を評価するうえで最も標準的な手法 (gold standard) とみなされている。通常、症候群データは診察の際に臨床医が記録した臨床診断に基づいて構成される。

救急部

救急部 (EDs) での症候群サーベイランス (syndromic surveillance) は、特に一次医療データ収集が困難 (not readily available) な国でよく使用される。救急部のサーベイランス (ED surveillance) では比較的深刻な受診 (more severe presentation of disease) や症状 (conditions) を測定することができる。症候群データは、主訴や症状、臨床診断等から情報が利用可能となる時間軸 (time scale) に応じて構成されていく。

遠隔保健医療サービス

遠隔保健医療サーベイランス (telehealth surveillance) では、救急医療 (urgent care) よりも保健指導 (health advice) を必要とする軽症患者など、救急部や一次医療のサーベイランスを通しては捉えられない集団にアクセス可能である。従来、他のシステムよりも早期警戒 (early warning) として有用と考えられているが、使用される症候群データは患者の自己申告 (patient reported symptoms) に基づくため、データの特異性 (specificity) は最も低い。

救急車サービス

救急車の派遣要請 (ambulance dispatch calls) をモニタリングすることで、急性 (acute) でより深刻な可能性のある疾患や症状 (potentially more severe presentation of diseases or conditions) を対象とした補足的な公衆衛生サーベイランスを行うことができる。

保健医療機関以外でも、多くの追加的なデータソースが症候群サーベイランスに使用されてきた。例えば学童の欠席 (school absenteeism)、欠勤 (employee absenteeism)、医薬品の店頭売上 (country pharmacy sales) は疾病の状況 (proxy for disease) を示す。このような情報源も住民の健康状況を監視するために有効とみなされている (15)。

近年、保健医療へのアクセスやアドバイスを得ることができるデジタルプラットフォームの出現と利用増加に伴い、ウェブ検索 (Google など (16))、ソーシャルメディア活動 (Twitter など (17))、オンライン医療サービス (たとえばオンラインの症状チェック "symptom checker" など (18)) といった、デジタルデータが公衆衛生の観点からも注目され利活用が進んできている。このデータ収集手法は発展を続けており、メッセージ送信サービスなどのプラットフォーム (たとえば HL7 (19)) や、ビッグデータの収集に適した技術 (たとえばデータマイニングや自然言語処理 (natural language processing) (20)) などが進化している。

4.9

4.9.4 ガバナンス

症候群サーベイランスに関する文献では見落とされていることも多いが、症候群サーベイランス用の医療データの収集・保存・処理・使用に関して良好な管理体制 (good governance) とデータセキュリティ (data security practices) を固守することは極めて重要である。症候群サーベイランスシステムを全国レベルまたは地域レベルで確立するには、分野横断的な専門家 (multi-disciplinary group) が段階的 (multiple phases) に共同作業を進める必要がある。このことについては症候群サーベイランスの専門家 (experienced exponents) による報告がある (1)。

適切な管理体制 (appropriate governance) をデータ提供者の参加も得て構築し、データの正しい使用 (correct use) と安全な保管 (secure storage) を担保するとともに、熟練した専門スタッフがデータにアクセスし解析・解釈を実現する環境を構築することは、システムの持続可能性 (sustainability of the system) を決定づける重要な要因となる。こうした体制が担保されていなければ、データが症候群サーベイランスに利活用できる可能性は損なわれてしまう。

症候群サーベイランスシステムを支える適切なガバナンス管理体制 (governance arrangements) の構築は、システムの長期的な成功に欠かせない。適切なガバナンスがなければサーベイランスシステムは目的にかなわず (not fit for the purpose)、失敗に至る可能性が高まる (likely to fail)。ガバナンスに加え、症候群サーベイランスシステムの適切な管理 (management) と監視 (oversight) は、データ提供者と公衆衛生のインテリジェンスチームが協力してシステムの発展 (development) と管理 (management) を運営 (steer) していくことが重要である。システムの実現 (delivering the system) に関する全組織の上級メンバーによる参加を得た指揮 (steering)・戦略グループ (strategic groups) による管理体制が、サーベイランスシステムの長期的な成功 (long-term success)、有意義な成果 (fruitful outputs)、公衆衛生上の便益の保証 (assurance of public health benefits) にとって極めて重要である。協力する組織としては、データ提供者 (data providers)、データの収集・転送システムを提供する技術系企業 (technology firms)、公衆衛生機関 (public health bodies)、臨床研究グループ (clinical groups)、学術機関 (academic groups)、専門機関 (professional bodies) を含む幅広い組織がある。運営グループ (steering groups) はパイプ役 (as a conduit) となって、症候群サーベイランスデータを使用して行われる研究が適切 (appropriate) なこと (つまり公衆衛生の観点 (public health focus) が十分に踏まえていること)、然るべき厳密さ (appropriate rigor) をもって実施されること、そしてとりわけ重要な点として、共同のサーベイランスシステム (collaborative surveillance system) に携わるいかなる組織をも軽んじないことを保証しなくてはならない。

4.9.5 症候群サーベイランスデータの解析

症候群サーベイランスデータにルーチンとして行われる解析 (analysis) には多くの手法が存在するが、その基本原則は、個々の症例を特定 (identifying individual cases) するのではなく、傾向を分析すること (analysis of trends) にある。伝統的な記述疫学的手法 (traditional descriptive epidemiological methods) によって対象者・地域別 (by person and place) の経時的な疾病パターン (pattern in disease over time) を調べることができ、型通りの統計検定 (formal statistical tests) によって異常を検出することができる (図 4.9.2)。

時間 (time)

症候群サーベイランスデータは、症候群の短期的な増加 (short-term increase in syndromes) (疾病の流行 (outbreaks) を示すものなど)、環境影響 (environmental impacts) (大気汚染など)、長期的な傾向の変化 (long-term changes in trend) (疾病負荷の変化 (changes in disease burden) を示すものなど) を特定するために経時的に解析 (analysed over time) される。

人 (person)

データは、患者の人口動態特性 (patient demographics) (年齢 (age) や性別 (gender) など) ごとに層別化 (broken down) して解析することで、公衆衛生上の脅威 (public health threats) を示す可能性 (indicative) もある。

場所 (place)

データが入手可能であれば、患者の位置 (居住地域 (area of residence) や受療機関の場所 (place of healthcare consultation)) と関連付けることで、集団発生を特定したり、疾病の広がりをマッピングしたりすることができる。

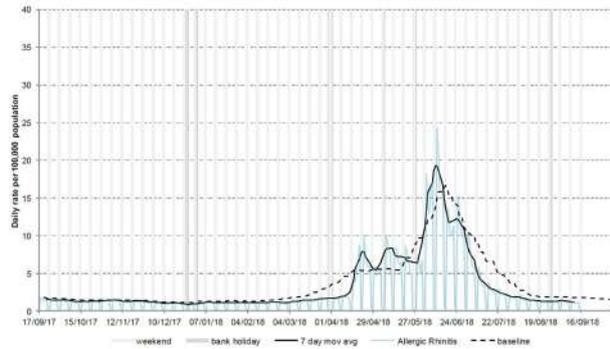
異常の検出 (anomaly detection)

異常な状況 (unusual activity) を自動的に検知 (automatically detect) するために統計アルゴリズム (statistical algorithms) が使用される。統計検定 (statistical tests) は症候群データにおける異常の検出 (anomaly detection) や解釈の支援 (aid interpretation) にも用いることができる。これまで異常の検出には管理図 (control charts、用語集参照)、回帰分析 (regression)、時系列解析 (time series analysis) を含む多様な統計的手法が使用されてきている (21–22)。また統計的手法を用いることで過去の観測実績に基づく基準値 (historical baselines) を設定することもできる。この基準値 (historically expected levels) と観察値 (observed values) を比較することで、症候群データの解釈を補完することができるようになる (23)。

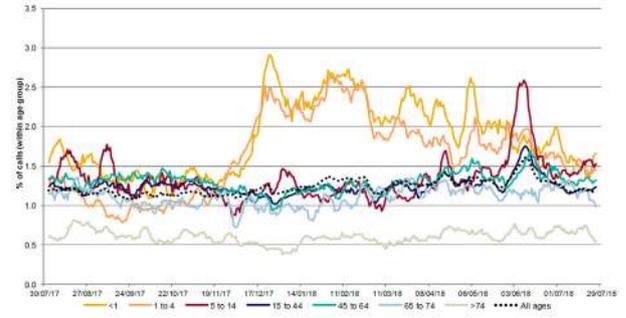
さらに重要な検討事項は、疫学的・統計的分析で生成される複雑な情報 (complex information) を、サーベイランスの定義の中核的要素である実際の公衆衛生活動 (public health action) につなげること (translation) である (24)。症候群サーベイランスのこの要素は文献ではあまり説明されてきていない。しかし、関連する疫学情報をもとに統計的超過 (statistical exceedances) を評価するリスクアセスメント (risk assessment process) を実施し、適切な公衆衛生介入 (assigning an appropriate response) につなげた事例は存在する。追加の公衆衛生活動は必要ないか、または追加の活動のために関連する公衆衛生専門家に情報を送る必要があるかなどがその具体例である (25)。

図 4.9.2 A) 時間 (time)、B) 人 (person)、C) 場所 (place)、D) 異常の検出 (anomaly detection) を用いた症候群サーベイランスデータの解析

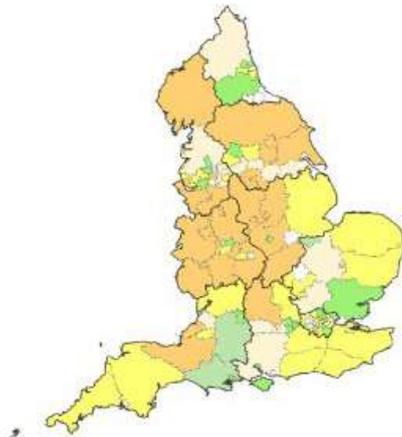
A. 時間：アレルギー性鼻炎による 1 日の家庭医受診率 (daily consultation rates)



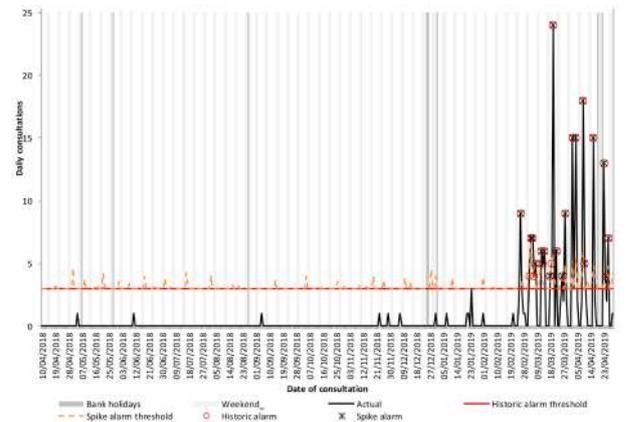
B. 人：年齢層別 (by age group) の眼疾患 (eye problems) による遠隔診療の要請 (telehealth calls)



C. 場所：インフルエンザ様疾患による家庭医受診マップ (map of GP consultations) (イングランド)



D. 異常の検出：おたふく風邪 (mumps) の 1 日の統計的超過 (daily statistical exceedances)



出典：PHE リアルタイム症候群サーベイランスチーム

マップには Ordnance Survey データを含む。©Crown copyright and database right 2018. 国家統計データを含む。

4.9.6 研究における症候群サーベイランスの利用

リアルタイム症候群サーベイランスを実施するための健康データの収集は、災害・健康危機管理の研究者にも、重要な公衆衛生学的な疑問 (important public health questions) に対処 (address) するための豊富なリソースを提供する。多様なソースからの公衆衛生データに加えて、本書の別の箇所に概説された幅広い研究手法を、症候群サーベイランスデータと合わせて使用することができる。しかし、症候群サーベイランスデータはもともと研究目的 (specifically for research purposes) で収集されているわけではないため、症候群サーベイランスデータの研究利用にはいくつかの限界 (limit) が伴う。主要な限界 (several key limitations) を理解したうえで研究に取り組むことが重要である (表 4.9.2)。

表 4.9.2 研究利用の検討に際して留意すべき症候群サーベイランスデータの限界

限界 (limitations)	詳細 (detail)
匿名記録 (anonymised records)	症候群データ (syndromic data) は匿名化 (anonymised) される傾向があるため、患者レベルのデータは他の記録やデータベースと関連付けることはできず、患者の追跡 (trace patients) やさらなる研究 (たとえば症例対照研究 (用語集参照) のための対照群を選ぶ (selecting controls for case-control type analysis) など) に使用することはできない。
集団レベル (population level)	症候群データは集団レベル (population level) に集計 (aggregated) される傾向があり、個人レベルの二次解析には使用できないことが多い。
システムの対応性 (system coverage)	一部の症候群データを扱うシステムは、全体、または代表データへの対応性 (full or representative coverage) がない。理由としては、国または地域といった地理的要因 (geographically)、個人レベル (例えば小児救急部や成人救急部など異なる年齢層に対応する部署の有無 (person level such as different age groups: paediatric or adult EDs))、あるいは医療へのアクセス制限 (other limitations on access to healthcare) 等が挙げられる。
コーディング (coding)	症候群を定義するために使用される臨床コーディング (clinical coding) は、限定的 (limited) あるいは非常に汎用的 (very generic) であり、自由記述 (free text) の場合は追加の分析スキルが必要になることもある。
症状ベース (symptom based)	症候群データは検査で確認された報告 (confirmed laboratory reports) に基づいていないため、特定の病原体 (specific pathogens) に直接関連づけられていない。
データの質 (data quality)	症候群データは、サーベイランスに使用する前に「クリーニング "cleaned"」されてはいない。そのため、研究者が使用する他の健康データのソースに比べ、データエラーのリスクが大きい (greater risk of data errors) (たとえば重複 (duplications)、年齢データの誤入力 (mis-entry of age data)、不正確なコーディング (incorrect coding)、未記入項目 (incomplete data field))。
不完全なデータ (incomplete data)	症候群データはリアルタイムで入手されるデータのみを使用し、毎日の活動 (daily activity) の「スナップショット "snapshot"」となっている。したがって一部のデータは、転送の問題 (transfer issues) や診断確定にかかる時間 (time taken to confirm diagnosis) のせいで除外されることになる。たとえば大部分の一般医による肺炎の診断 (GP pneumonia diagnosis) は、検査で確認してから下されるため 翌日のデータ抽出には対応できない。

事例 4.9.1、4.9.2、4.9.3 では、症候群サーベイランスデータを使用して公衆衛生問題 (public health problem) に対応したケースに関して発表された研究プロジェクトの例を説明する。

4.9

事例 4.9.1

マスギャザリング / スポーツイベントの潜在的な健康影響評価 (26)

マスギャザリング・イベント (mass gatherings) は人々の健康状態に感染性 (infectious)・非感染性 (non-communicable) の疾患や症状 (diseases or conditions) の両面から影響を与える可能性がある。具体的には、感染症によるリスク増加には疾病の流入 (importation)、ホスト国の風土病への訪問者の曝露 (exposure of visitors to endemic diseases)、一か所に集まった大集団における疾病の伝染の増加 (increased disease transmission) が含まれる。マスギャザリング・イベントでのサーベイランス (surveillance during mass gatherings) は、公衆衛生に対する影響をタイムリーに特定 (identify) し計量 (quantify) する (または影響がないことを再確認 (reassure) する) ために必要である。その後、イベントによる健康影響についての研究は、将来のイベントにおける優先事項 (priorities) の情報を医療提供者と公衆衛生組織に提供することにつながる。

大規模なスポーツイベント (large sporting events) (オリンピック、またはサッカーのワールドカップや大陸選手権大会など) は、集団の行動 (behaviour of population) に影響を及ぼし、個々のイベントの前後・最中で医療サービスの需要を増加 (または減少) させる可能性がある。とくに重要な点として、スポーツイベントが救急部受診 (ED attendances) に及ぼす影響が記録されている (26)。2016 年のサッカーの欧州選手権 (ユーロ 2016) は 24 か国が参加してフランスで開催され、4 週間にわたって 51 試合が行われた。ユーロ 2016 がさまざまな国で受療行動 (healthcare seeking behaviour) に及ぼす潜在的な影響 (potential impact) を評価するため、参加 4 か国 (イングランド、フランス、北アイルランド、ウェールズ) から得られた症候群サーベイランス救急部データ (syndromic surveillance ED data) を後ろ向きに解析し、行われた試合に関連する影響を特定した。この研究は各国における 1 時間ごとの救急部受診 (hourly ED attendances) に焦点を当てたものだった。すべての国において、ナショナルチームの試合 4 時間前には受診が予想よりも統計的に有意に少なく (statistically significantly lower)、試合中はさらに減った (reduced further during matches)。試合終了後、受診が一貫して有意に増加することはなかった。ただし、こうして観察された影響は試合ごとに大きく異なっていた (highly variable between matches)。たとえば、フランスが参加した最終戦の 4 時間後、フランスにおける救急部受診数は大幅に増加した。全体としては、こうした結果から、スポーツイベントが救急部受診に及ぼす影響は比較的小さいこと (relatively small impacts) が示された。

事例 4.9.2**症候群サーベイランスを使用して大気汚染が健康に及ぼす影響を評価する (27, 28)**

世界的に、大気汚染 (air pollution) は健康に対する最大の環境リスク (biggest environmental risk for health) であり、年間を通じて 9 人に 1 人の死因となっている。世界人口の 91% が、大気質 (air quality) が WHO のガイドラインの限度 (WHO guideline limits) を超える場所で暮らしていると推定される (29)。症候群サーベイランスシステムは、大気汚染が人々の健康に与える急性の影響 (acute impact) を評価 (assess) する機会となる。この目的に対する症候群サーベイランスの有効性は、大気質が劣悪な時期 (大気汚染) における、受療行動 (healthcare seeking behaviour) の特定 (identification) と監視 (monitoring) によって実証されている。この事例では、症候群サーベイランスデータを用いて、一定期間にわたって前向きに収集された症候群データ (existing data collected prospectively) と大気質データ (air quality data) の突合解析が必要となる。各症候群の数や割合 (number or rates of each syndrome)、または症候群が異常な動きをした時期 (periods of unusual syndromic activity) を特定するための統計的超過 (statistical exceedance data) などさまざまな研究手法が利用可能であるが、それに加えて得られた症候群データを大気質データと突合のうえ解析することで、大気質が劣悪な時期 (periods of poor air quality) に起きる受療行動 (concurrent activity) を特定することが可能となる。

より複雑な研究アプローチとして、受療行動と大気質の関係のアウトカムに影響しうる変数 (further variables) と交絡因子 (confounders) をさらに含めることも考えられる。たとえば、気象学的変数 (meteorological variables) (気温など)、環境変数 (environmental variables) (花粉 (pollen) や孢子 (spore) の数など)、病原体の活動 (pathogen activity) (インフルエンザに関する検査結果の報告) はすべて、大気質と症候群データの関係を探るモデルに含めることができる。この研究の結果は、将来の介入に対するベースライン (baseline for future interventions) を提供し、知識基盤を拡大 (adding to the knowledge base) させるので、大気汚染インシデントの中で前向きサーベイランス (prospective surveillance) を確実に行う (assure) ことができる。さらに、この研究は症候群サーベイランスシステムの特異性 (specificity) と感度 (sensitivity) に関する情報を提供する上、症候群サーベイランスデータを使用して、どの汚染物質 (pollutants) が受療行動 (healthcare seeking behaviour) の変化を後押しするのかを探ることができる (28)。

4.9

事例 4.9.3

症候群サーベイランスによる新ワクチンプログラムの影響評価 (14)

症候群サーベイランス (syndromic surveillance) は、新ワクチンの導入が集団の健康に及ぼす影響など、公衆衛生介入の影響 (impact of public health interventions) を調べる研究に活用できる。全国的なワクチン接種プログラム (national vaccination programmes) では、新ワクチンの事前に設定されたアウトカム指標 (confirmed outcomes) に対する影響 (impact) を見積るために大規模な評価が行われるが、症候群サーベイランスを活用することでその影響の迅速評価 (rapid assessment of the impact) を行うことができる。新ワクチンの導入に期待されるアウトカム指標 (anticipated outcome) としては疾病発生率の低下 (reduced disease incidence) が考えられるが、それは医療機関受診数の減少 (fewer healthcare visits) として観察することが可能であろう。この指標は症候群サーベイランスで標準的に測定されるものである。

分割時系列 (interrupted time series, 用語集参照) と前後比較研究手法 ("before after" study methods, 4.1 章、用語集参照) は、医療サービス需要に対する新ワクチンの効果の評価 (assess the impact) に使用できる。これらの研究手法には、新ワクチンプログラムの開始という介入の実施前後で設定されたアウトカム指標 (outcome of interest) を測定することが含まれる。介入の導入前に収集された症候群データは、事後に収集された同等のデータと比較される。たとえばワクチン前とワクチン後の症候群サーベイランスデータを統計的に比較すれば、介入あるいはワクチンがもたらしたであろう影響 (likely impact) の解釈に役立つ情報を得ることができる。

英国ではロタウイルス・ワクチンが 2013 年に導入され、乳児の定期予防接種スケジュール (routine immunisation schedule) に組み込まれた。ロタウイルス・ワクチン導入の潜在的影響 (potential impact) を早期に評価するため、症候群サーベイランスが使用された。症候群は、ワクチン導入によって影響を受けると予期されるアウトカム (anticipated outcome) に基づいて選ばれた。一般家庭医 (GP) と救急部 (ED) で診断される胃腸炎 (gastroenteritis)・下痢 (diarrhoea)・嘔吐 (vomiting) の症候群を、さまざまな年齢層について後ろ向きに特に乳幼児 (young children) に焦点を当て発生率比 (incidence rate ratios, IRRs, 用語集参照) を用いて統計学的に評価したところ、1 歳から 4 歳までの乳幼児においてワクチン導入前の活動期 (period of activity pre-vaccine introduction) とワクチン後の活動期 (activity post-vaccine) で胃腸炎の発生率が約 30% 低下していたことが示された。

こうして症候群サーベイランスによって、英国における新ロタウイルス・ワクチンプログラムの導入と時期を同じく (coinciding) して胃腸炎が顕著に減少 (marked decline in gastroenteritis) したことが明らかになった (14)。ワクチンの影響評価 (assessment of the impact of vaccine) に役立つこのモデルは、弱毒生インフルエンザ・ワクチン (the live attenuated influenza vaccine) (30) と血清群 B 髄膜炎菌ワクチン (meningococcal B vaccine) (31) を含む他のワクチンにも適用されており、将来的に (RS ウイルス、ノロウイルスなど) 他のワクチンが認可・導入された場合にも適用される。

4.9.7 結論

症候群サーベイランス (syndromic surveillance) は既存の公衆衛生サーベイランスプログラムを補完し、インシデントを特定・管理するための新たな知見 (new intelligence) を導入することができる。症候群サーベイランスはそのシステムが持つ柔軟性により、災害・健康危機管理に対する感染症の活動を含め、幅広い公衆衛生問題 (a range of public health issues) に対応可能である。

これまで症候群サーベイランスシステムを支えて (underpinned) きたのは医療サービスデータだが、ソーシャルメディアやインターネットベースのデータを含む新たなデータソースも追加的な利用可能性があるものとして活用が模索されている。

4.9.8 キーメッセージ

- 症候群サーベイランスは既存の公衆衛生サーベイランスプログラムを拡張し、国・地方・地域レベルで早期警戒 (early warning) を実現し、リアルタイムの状況分析 (real-time intelligence) と状況の再確認 (reassurance) (問題がないことの確認) を実現する。
- 従来のサーベイランスシステムに比べると、症候群サーベイランス (syndromic surveillance) はより柔軟 (flexible) なアプローチをサーベイランスに提供でき、新たに出現する脅威 (emerging threats) を含めた多様な事象に適応可能である。
- 症候群サーベイランスデータの収集・保存・処理・使用に関して優れたガバナンス (good governance) とデータセキュリティ (data security practices) を固守 (adherence) することは、システムの長期的な成功にとって欠かせない。
- 症候群サーベイランスデータは、災害・健康危機管理を含む公衆衛生研究にとって貴重なリソースだが、研究に使用する際は症候群サーベイランスに固有の限界 (specific limitations) を考慮する必要がある。
- 症候群サーベイランスシステムは、経時的に一貫して稼働 (operated constantly) し、歴史的データとの比較が可能 (enabling comparison to the historical data) になる場合、研究データソースとしての価値 (value in research data source) が高くなる。

4.9.9 関連文献

Conway M, Dowling JN, Chapman WW. Using chief complaints for syndromic surveillance: a review of chief complaint based classifiers in North America. *Journal of Biomedical Informatics*; 2013: 46: 734-43.

Josseran L, Fouillet A, Caillere N, Brun-Ney D, Illef D, Brucker G, et al. Assessment of a syndromic surveillance system based on morbidity data: results from the Oscour network during a heat wave. *PLoS One*; 2010: 5: e11984.

Smith GE, Elliot AJ, Ibbotson S, Morbey R, Edeghere O, Hawker J, et al. Novel public health risk assessment process developed to support syndromic surveillance for the 2012 Olympic and Paralympic Games. *Journal of Public*

4.9

Health;2017: 39: e1111-e7.

Triple-S: Syndromic Surveillance Systems in Europe. Guidelines for designing and implementing a syndromic surveillance system. 2013. https://webgate.ec.europa.eu/chafea_pdb/assets/files/pdb/20091112/20091112_d08_giss_en_ps.pdf (accessed 15 January 2020).

Yoon PW, Ising AI, Gunn JE, editors. Syndromic surveillance: the value of real-time data for public health action. *Public Health Reports*; 2017: 132: 1S-126S.

4.9.10 参考文献

1. Triple-S: Syndromic Surveillance Systems in Europe (2013). Guidelines for designing and implementing a syndromic surveillance system https://webgate.ec.europa.eu/chafea_pdb/assets/files/pdb/20091112/20091112_d08_giss_en_ps.pdf (accessed 15 January 2020).
2. Henning KJ. What is syndromic surveillance? *MMWR Supplements*; 2004: 53: 5-11.
3. de Lusignan S. Codes, classifications, terminologies and nomenclatures: definition, development and application in practice. *Informatics in Primary Care*; 2005: 13: 65-70.
4. International Health Terminology Standards Development Organisation. SNOMED-CT. 2012 <http://www.ihtsdo.org/snomed-ct> (accessed 15 January 2020).
5. International Classification of Disease – version 10 (ICD-10). WHO. 2016. <https://www.who.int/classifications/icd/icdonlineversions/en> (accessed 15 January 2020).
6. Olson DR, Heffernan RT, Paladini M, Konty K, Weiss D, Mostashari F. Monitoring the impact of influenza by age: emergency department fever and respiratory complaint surveillance in New York City. *PLoS Medicine*; 2007: 4: e247.
7. Hughes SL, Morbey RA, Elliot AJ, McEwen SA, Greer AL, Young I, et al. Monitoring telehealth vomiting calls as a potential public health early warning system for seasonal norovirus activity in Ontario, Canada. *Epidemiology and Infection*; 2019: 147: e112.
8. Jossieran L, Fouillet A, Caillere N, Brun-Ney D, Illef D, Brucker G, et al. Assessment of a syndromic surveillance system based on morbidity data: results from the Oscour network during a heat wave. *PLoS ONE*; 2010: 5: e11984.
9. Fleischauer AT, Gaines J. Enhancing surveillance for mass gatherings: the role of syndromic surveillance. *Public Health Reports*; 2017: 132: 95S-8S.
10. McCloskey B, Endericks T, Catchpole M, Zambon M, McLauchlin J, Shetty N, et al. London 2012 Olympic and Paralympic Games: public health

- surveillance and epidemiology. *Lancet*, 2014; 383: 2083-9.
-
11. Vandentorren S, Paty AC, Baffert E, Chansard P, Caserio-Schonemann C. Syndromic surveillance during the Paris terrorist attacks. *Lancet*; 2016; 387: 846-7.

 12. Griffith MM, Yahata Y, Irie F, Kamiya H, Watanabe A, Kobayashi Y, et al. Evaluation of an ad hoc paper-based syndromic surveillance system in Ibaraki evacuation centres following the 2011 Great East Japan Earthquake and Tsunami. *Western Pacific Surveillance and Response Journal*; 2018; 9: 21-7.

 13. Tante S, Villa E, Pacho A, Galvan MA, Corpuz A. Which surveillance systems were operational after Typhoon Haiyan? *Western Pacific Surveillance and Response Journal*; 2015; 6: 66-70.

 14. Bawa Z, Elliot AJ, Morbey RA, Ladhani S, Cunliffe NA, O'Brien SJ, et al. Assessing the likely impact of a rotavirus vaccination program in England: the contribution of syndromic surveillance. *Clinical Infectious Diseases*; 2015; 61: 77-85.

 15. Heffernan R, Mostashari F, Das D, Besculides M, Rodriguez C, Greenko J, et al. New York City syndromic surveillance systems. *MMWR Supplements*; 2004; 53: 23-7.

 16. Nuti SV, Wayda B, Ranasinghe I, Wang S, Dreyer RP, Chen SI, et al. The use of google trends in health care research: a systematic review. *PLoS ONE*; 2014; 9: e109583.

 17. Gesualdo F, Stilo G, Agricola E, Gonfiantini MV, Pandolfi E, Velardi P, et al. Influenza-like illness surveillance on Twitter through automated learning of naive language. *PLoS ONE*; 2013; 8: e82489.

 18. Elliot AJ, Kara EO, Loveridge P, Bawa Z, Morbey RA, Moth M, et al. Internet-based remote health self-checker symptom data as an adjuvant to a national syndromic surveillance system. *Epidemiology and Infection*; 2015; 143: 3416-22.

 19. Health Level 7 International. HL7 International. 2019. <http://www.hl7.org/about> (accessed 15 January 2020).

 20. Ye Y, Tsui FR, Wagner M, Espino JU, Li Q. Influenza detection from emergency department reports using natural language processing and Bayesian network classifiers. *Journal of the American Medical Informatics Association*; 2014; 21: 815-23.

 21. Noufaily A, Morbey RA, Colon-Gonzalez FJ, Elliot AJ, Smith GE, Lake IR, et al. Comparison of statistical algorithms for daily syndromic surveillance aberration detection. *Bioinformatics*; 2019; 35: 3110-8.

 22. Unkel S, Farrington CP, Garthwaite H, Robertson C, Andrews N. Statistical methods for the prospective detection of infectious disease outbreaks: a review. *Journal of the Royal Statistical Society Series A (Statistics in*

4.9

- Society) 2012: 175: 49-82.
-
23. Harcourt SE, Morbey RA, Smith GE, Loveridge P, Green HK, Pebody R, et al. Developing influenza and respiratory syncytial virus activity thresholds for syndromic surveillance in England. *Epidemiology and Infection*; 2019: 147: e163, 1–7.
-
24. Porta M. *A Dictionary of Epidemiology*: Oxford University Press, USA; 2008.
-
25. Smith GE, Elliot AJ, Ibbotson S, Morbey R, Edeghere O, Hawker J, et al. Novel public health risk assessment process developed to support syndromic surveillance for the 2012 Olympic and Paralympic Games. *Journal of Public Health*; 2017: 39: e111-e7.
-
26. Hughes HE, Colon-Gonzalez FJ, Fouillet A, Elliot AJ, Caserio-Schonemann C, Hughes TC, et al. The influence of a major sporting event upon emergency department attendances; A retrospective cross-national European study. *PLoS ONE*; 2018: 13: e0198665.
-
27. Harcourt S, Izon-Cooper L, Colón-González FD, Morbey R, Smith G, Bradley N, et al. Using real-time syndromic surveillance to monitor the health effects of air pollution. *Online Journal of Public Health Informatics* 2018: 10(1): e85.
-
28. Smith GE, Bawa Z, Macklin Y, Morbey R, Dobney A, Vardoulakis S, et al. Using real-time syndromic surveillance systems to help explore the acute impact of the air pollution incident of March/April 2014 in England. *Environmental Research*; 2015: 136: 500-4.
-
29. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease. WHO. 2016 <https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en> (accessed 15 January 2020).
-
30. Pebody RG, Sinnathamby MA, Warburton F, Andrews N, Boddington NL, Zhao H, et al. Uptake and impact of vaccinating primary school-age children against influenza: experiences of a live attenuated influenza vaccine programme, England, 2015/16. *Eurosurveillance*; 2018: 23: pii=1700496.
-
31. Harcourt S, Morbey RA, Bates C, Carter H, Ladhani SN, de Lusignan S, et al. Estimating primary care attendance rates for fever in infants after meningococcal B vaccination in England using national syndromic surveillance data. *Vaccine*; 2018: 36: 565-71
-