

厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
分担研究報告書

健康増進に向けた住宅環境整備のための研究
健康増進に関わる住宅環境に関する国際機関の動向と関連文献等の調査

分担研究者 東 賢一 近畿大学 医学部 准教授
研究協力者 中間 千香子 近畿大学 医学部 助教

研究要旨

住環境による居住者の健康影響として、主として室内環境化学物質に起因するシックハウス症候群や化学物質過敏症、真菌・ダニ等によるアレルギー疾患、室内温度に起因する高血圧、脂質異常症、虚血性心疾患、脳血管障害等の多様な疾病が示唆されている。本分担研究では、主として生活習慣病等に関わる住宅環境要因について、世界保健機関（WHO）の動向や関連文献を収集・整理し、これらのエビデンスに関わる情報をとりまとめた。WHOでは、2018年11月に住宅と健康のガイドラインを公表して以降、これらのガイドラインを各国がどのように実施できるかについての議論が行われてきた。とりわけアフリカやアジア等の途上国を中心に議論が進められ、2020年1月にはジュネーブで会合が開催された。但し、ガイドラインをどのように実行するかについては、各国の社会経済状況の影響を大きく受けることもあり、各国におけるWHOの住宅と健康のガイドラインの実践をサポートする目的で、各国における健康住宅に係る法規制等をレビューして「Repository: 所蔵庫」としてとりまとめたものを2021年1月に公表した。また、COVID-19の世界的流行の状況下において、基本的な感染予防策に加えて、予防的措置として、適度な室内換気を確保することや、そのための改善方法に関するロードマップを2021年3月に公表した。その他の文献調査では、建築物室内の温度、湿度、換気と居住者の健康影響との関係に関する文献レビュー、ダスト中準揮発性有機化合物（SVOC）の指針値に関する検討結果について、国際雑誌に論文として公表した。また近年、住宅環境として、住宅周辺の緑化環境（Greenness）が生活習慣病（循環器疾患、悪性腫瘍等）のリスク低減に關与することを示唆する疫学研究が欧米諸国で報告されている。住環境による健康増進に向けた新たな分野として、このことに関する疫学研究のレビューを行った。緑化環境から期待される事象としては、自然緑化や人工的な緑化によって、ストレスや不安の緩和、大気汚染や騒音の低減、ヒートアイランド化の低減、身体活動の促進がある。文献レビューの結果、緑化環境との関係が示唆されるアウトカムとして、総死亡、虚血性心疾患、脳卒中、高血圧、糖尿病、メンタルヘルス、肥満との関係が示唆されていた。

A. 研究目的

住環境による居住者の健康影響としては、室内環境化学物質に起因するシックハウス症候群、真菌・ダニ等によるアレルギー疾患、室内温度に起因する高血圧、脂質異常症、虚血性心疾患、脳血管障害等の多様な疾病が示唆されている。このう

ち室内環境化学物質については、国際機関や国内外で室内空气中濃度の指針値設定等の対応がとられてきた。しかしながら、引き続き課題が残されており、国内外で取り組みが進められている。また、世界保健機関（WHO）は2018年に「住宅と健康のガイドライン（Housing and Health

Guidelines)」を公表し、過剰な暑さや寒さ(excess heat and cold)、住居内の過密性(感染症対策)(crowding)、住居内のアクセスのしやすさ(バリアフリーなどの高齢者や障害者対応)：(accessibility of housing for people with functional impairments)、傷害要因に対する安全性(ベランダの手すり、階段の落差など)：(home injury)に関するガイドラインを作成した。

本分担研究では、主として生活習慣病等に関わる住宅環境要因について、WHOの動向や関連文献を収集・整理し、これらのエビデンスに関わる情報をとりまとめた。

B. 研究方法

本分担研究者の東はWHOの住宅と健康のガイドライン開発グループのメンバーであり、WHOの動向については会合の状況や公表資料等をもとにとりまとめる。またその他、関連する報告書、関連学会の資料、関連論文をインターネットおよび文献データベースで調査する。

(倫理面での配慮)

本研究は、公表されている既存資料を中心とした情報収集を行った後、それらの整理を客観的におこなうものであり、特定の個人のプライバシーに係わるような情報を取り扱うものではない。資料の収集・整理にあたっては、公平な立場をとり、事実のみにもとづいて行う。本研究は、動物実験および個人情報を取り扱うものではなく、研究倫理委員会などに諮る必要のある案件ではないと判断している。

C. 研究結果及び考察

C1. WHOの住宅と健康のガイドラインの状況

C1.1. 住宅と健康のガイドラインの概要

これまでWHOでは、居住環境の衛生に対するガイドラインとして、室内空気質ガイドライン(汚染物質、湿気とかび、家庭内での燃料の燃焼)、飲料水質ガイドライン、夜間騒音ガイドライン、石綿や鉛汚染に対する勧告、ラドンハンドブック、受動喫煙防止の政策提言を公表してきた。しかし

ながら、健康住宅の基本原則や近年の調査結果等を踏まえると、過剰な暑さや寒さ(excess heat and cold)、住居内の過密性(crowding, 感染症対応)、住居内のアクセスのしやすさ(accessibility of housing for people with functional impairments, バリアフリーなどの高齢者や障害者対応)、傷害要因に対する安全性(home injuries, ベランダの手すり、階段の落差など住居内負傷への対応)の4項目に対して新たにガイドラインを開発すべきと判断した。そして、既往のガイドラインの要約を統合して包括的な住宅と健康のガイドラインを開発し、2018年11月に公表した。

住宅と健康のガイドラインでは、室温の低下により血圧の上昇がみられ、循環器疾患のリスクが高まること、また、COPDや小児の喘息のリスクが上昇することが過剰な寒さによる健康影響としてあげられた。そこで、室内の寒冷による健康影響を防止するために十分な室温を確保すること、具体的な室温としては、温暖または寒冷な気候の国では寒冷期の室温として18℃以上を推奨することがガイドラインとして勧告された。なお、建物における断熱に関しては、断熱手段によって断熱効果が異なるため、具体的な断熱手段までは勧告せずに、寒冷期を有する地域では効果的で安全な断熱手段を導入することがガイドラインとして勧告された。室温18℃以上の勧告については、高齢者、小児、慢性疾患(特に循環器疾患)を有する居住者等の高感受性集団に対しては、長期間の影響等に関してさらに科学的知見を充実すべきであることから、18℃よりも高い温度が必要となるかもしれないことが補足されている。

室内での過剰な暑さでは、睡眠障害、循環器疾患、血圧上昇のリスクが高まるとし、外気温が高い地域では室内における過剰な暑さを防ぐための対策をとることがガイドラインとして勧告された。なお、過剰な暑さに関しては、住宅の室温と健康影響を直接評価した質の高い研究が極めて少なく、具体的な室温を勧告するには至らなかった。

住居内の過密性に関しては、結核やインフルエンザ等の呼吸器感染症や、下痢や胃腸炎等を生じる感染症の二次感染リスク、精神的ストレスや睡

眠障害のリスクが高まることから、住居内の過密性を低減するための対策をとることがガイドラインとして勧告された。住居内のアクセスに関しては、落下や転倒等による傷害、生活の質の悪化、心理的影響のリスクが高まることから、身体障害者や高齢者がアクセスしやすい住宅を適切な割合で確保することがガイドラインとして勧告された。住居内の傷害要因に関しては、火傷、落下や転倒等による外傷のリスクが高まることから、住宅に安全装置（煙や一酸化炭素の警報器、階段のゲート、窓の柵など）を設置し、不測の傷害をもたらす有害要因を低減する手段をとることがガイドラインとして勧告された。

その他、飲料水の水質、空気質、有害物質（石綿、鉛、ラドン）、騒音、受動喫煙に関しては、既往のガイドラインが要約されて収載されている。

C1.2. 住宅と健康のガイドラインを満たす住宅の実現に向けた取り組み

WHO では、住宅と健康のガイドラインを公表後、これらのガイドラインを各国がどのように実施できるかについての議論が行われてきた。とりわけアフリカやアジア等の途上国を中心に議論が進められ、2020年1月にはジュネーブで会合が開催された。但し、ガイドラインをどのように実行するかについては、各国の社会経済状況の影響を大きく受けることもあり、各国におけるWHOの住宅と健康のガイドラインの実践をサポートする目的で、各国における健康住宅に係る法規制等をレビューして「Repository: 所蔵庫」としてとりまとめたものを2021年1月28日に公表した。なお、2020年1月の会合の内容は、報告書としてのとりまとめを進めており、追って公開される予定である。

C1.3. 良質な室内換気のためのロードマップ

2020年初めに新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が世界的に大流行し、現在も継続している。COVID-19の主要な感染経路は、飛沫感染と接触感染である。しかしながら、エビデンスは不十分ではあるが、閉鎖空間で飛沫核感染（空気感染）が生じた可能性がある事例がいくつか報告されており、予防的措置として適度に換気を行

うことが推奨されている。

そこでWHOでは、COVID-19の状況下において、適度な室内換気を確保することや、そのための改善方法について、関連する専門家によるレビューを改めて行い、そのロードマップを2021年3月1日に公表した。

室内換気は、COVID-19を含む呼吸器感染症の拡大を抑える（limit）包括的なパッケージの一部であるが、換気だけ（例え適切に実施されていても）では適切な保護レベルを提供するには不十分であり、マスク着用、手指消毒、身体的距離、咳エチケット、検査、接触者追跡、検疫、隔離、他の感染予防策がSARS-CoV-2の二次感染を防止するには決定的に重要（critical）としたうえで、医療施設（WHO, 2009）、非住居施設（EN 16798-1）、住居施設（EN 16798-1）における適正な室内換気量や空気浄化装置の使用および改善策に関するロードマップ（WHOの医療施設に対する感染予防ガイドライン、欧州規格の換気基準等を取りまとめたもの）を公開している。建物のオーナーや管理者は、適切な状態で空調設備等が運用されているかをチェックするよう推奨している。

C2. 換気の悪い密閉空間を改善する換気方法

COVID-19の感染拡大に対する予防的措置として、適度に換気を行うことを推奨するにあたり、日本では厚生労働省から、「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気量として一人あたり毎時30m³の必要換気量（窓の開放による方法では、換気回数を毎時2回以上）が推奨されている。しかしながら、換気を過度に意識して実施することにより、夏場であれば室内温度が上昇して熱中症のリスクが増大し、冬場であれば室内温度が低下して血圧上昇や虚血性心疾患等の循環器疾患のリスクが増大することが懸念される。

そこで、厚生労働省の新型コロナウイルス対策本部では、COVID-19の予防と夏期の熱中症や冬期の循環器疾患等の予防をどのように両立させるかについて、本研究班の分担研究者の一部の協力のもと、推奨される方法を取りまとめて公表した。

推奨方法としては、夏期であれば、居室の温度および相対湿度を28℃以下および70%以下に維

持できる範囲内で、2方向の窓を常時、できるだけ開けて、連続的に室内に空気を通すこと。冬期であれば、居室の温度および相対湿度を18℃以上かつ40%以上に維持できる範囲内で、暖房器具を使用しながら、一方向の窓を常時開けて、連続的に換気を行うこととしている。

C3. 室内環境要因に関する文献レビュー

C3.1. 建築物室内の温度、湿度、換気と居住者の健康影響との関係に関する文献レビュー

欧州の知人とともに、標記の文献レビューを実施し、国際雑誌で公表した。温度に関しては、WHOの住宅と健康のガイドラインで推奨温度が示されている。健康影響を指標とした場合（WHOの住宅と健康ガイドライン）以外では、労働生産性に対する適正温度の推奨範囲は22～24℃と報告した。また、健康、労働生産性、感染リスクを指標とした相対湿度の適正範囲は40～60%、換気は急性及び慢性的な健康影響のリスクを低減し、生産性を改善することを近年の研究のレビューの結果として報告した。

C3.2. ダスト中準揮発性有機化合物（SVOC）の指針値に関する検討

フランス環境労働衛生安全庁（ANSES）は、室内ダスト中化学物質のガイドラインの検討を行っている。但し、その方法論を検討するにあたり、各国の専門家からの意見を収集しており、2019年9月に非公開の国際ワークショップ「Technical workshop on reference values for indoor dust」をパリで開催した。分担研究者の東は、健康リスク評価の専門家として招聘されて本ワークショップに出席した。

ANSESは、室内ダスト中化学物質のガイドラインとして、フタル酸エステル類と鉛のガイドラインの検討を行っている。本ワークショップでの議論の内容は、国際雑誌「Indoor Air」に原著論文として出版された。なお、室内ダスト中のガイドラインの設定に関しては、ダストのサンプリングや測定方法などに課題があり、明確な結論を出すには至らなかった。しかしながら、SVOCの曝露経路は、吸入曝露、経口曝露、経皮曝露と複数存在し、ダスト、空気中ガス、空気中微粒子、飲食物と

曝露媒体も複数存在する。これらの媒体からの総体内負荷量を減らすことが健康影響を防止するうえで重要であり、室内ダスト中化学物質のガイドラインの設定が政策の一部として重要であることを勧告した。

C4. 生活習慣病と緑化環境（Greenness）に関する文献レビュー

近年、住宅環境として、住宅周辺の緑化環境が生活習慣病（循環器疾患、悪性腫瘍等）のリスク低減に関与することを示唆する疫学研究が欧米諸国で報告されている。住環境による健康増進に向けた新たな分野として、このことに関する疫学研究のレビューを行った。

Pubmedのデータベース初期から2020年11月までの期間で検索を行った結果、180件が出力された。緑化環境から期待される事象としては、自然緑化や人工的な緑化によって、ストレスや不安の緩和、大気汚染や騒音の低減、ヒートアイランド化の低減、身体活動の促進がある。文献レビューの結果、緑化環境との関係が示唆されるアウトカムとして、総死亡、虚血性心疾患、脳卒中、高血圧、糖尿病、メンタルヘルス、肥満との関係が示唆されていた。

D. 総括

WHOでは、2018年11月に住宅と健康のガイドラインを公表して以降、これらのガイドラインを各国がどのように実施できるかについての議論が行われてきた。とりわけアフリカやアジア等の途上国を中心に議論が進められ、2020年1月にはジュネーブで会合が開催された。但し、ガイドラインをどのように実行するかについては、各国の社会経済状況の影響を大きく受けることもあり、各国におけるWHOの住宅と健康のガイドラインの実践をサポートする目的で、各国における健康住宅に関する法規制等をレビューして「Repository: 所蔵庫」としてとりまとめたものを2021年1月28日に公表した。また、COVID-19の世界的流行の状況下において、基本的な感染予防策に加えて、予防的措置として、適度な室内換気を確保することや、そのための改善方法に関

するロードマップを2021年3月1日に公表した。その他の文献調査では、建築物室内の温度、湿度、換気と居住者の健康影響との関係に関する文献レビュー、ダスト中準揮発性有機化合物 (SVOC) の指針値に関する検討結果について、国際雑誌に論文として公表した。また、近年、住宅環境として、住宅周辺の緑化環境 (Greenness) が生活習慣病 (循環器疾患、悪性腫瘍等) のリスク低減に関与することを示唆する疫学研究が欧米諸国で報告されている。住環境による健康増進に向けた新たな分野として、このことに関する疫学研究のレビューを行った。緑化環境から期待される事象としては、自然緑化や人工的な緑化によって、ストレスや不安の緩和、大気汚染や騒音の低減、ヒートアイランド化の低減、身体活動の促進がある。文献レビューの結果、緑化環境との関係が示唆されるアウトカムとして、総死亡、虚血性心疾患、脳卒中、高血圧、糖尿病、メンタルヘルス、肥満との関係が示唆されていた。

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Hayashi M, Yanagi U, Azuma K, Kagi N, Ogata M, Morimoto S, Hayama H, Mori T, Kikuta K, Tanabe S, Kurabuchi T, Yamada H, Kobayashi K, Kim H, Kaihara N. Measures against COVID-19 concerning Summer Indoor Environment in Japan. *Japan Architectural Review* 2020;3(4):423–434. <https://doi.org/10.1002/2475-8876.12183>.
- 2) Azuma K, Yanagi U, Kagi N, Kim H, Ogata M, Hayashi M. Environmental factors involved in SARS-CoV-2 transmission: Effect and role of indoor environmental quality in the strategy for COVID-19 infection control. *Environ Health Prev Med* 2020;25:66. <https://doi.org/10.1186/s12199-020-00904-2>.
- 3) Wolkoff P, Azuma K, Carrer P. Health, work performance, and risk of infection in office-like environments: the role of indoor temperature, air humidity, and ventilation. *Int J Hyg Environ Health* 2021;233:113709. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113709.
- 4) Glorennec P, Shendell DG, Rasmussen PE, Waeber R, Egeghy P, Azuma K, Pelfrène A, Le Bot B, Esteve W, Perouel G, Pernelet Joly V, Noack Y, Delannoy M, Keirsbulck M, Mandin C. Towards setting public health guidelines for chemicals in indoor settled dust? *Indoor Air* 2021;31(1):112–115. doi: 10.1111/ina.12722.
- 5) 東 賢一. SARS-CoV-2 の伝播に関わる環境要因. *空気清浄* Vol 58, No.3, pp. 124–129, 2020.
- 6) 東 賢一. 世界保健機関 (WHO) による「住宅と健康のガイドライン」. 公衆衛生, in press, 2021.

2. 学会発表

- 1) 東 賢一. リスク評価の考え方. 令和2年度空気調和・衛生工学会大会ワークショップ, 福井, 2020年9月18日.
- 2) 東 賢一. 世界保健機関 (WHO) による「住宅と健康のガイドライン」. 第79回日本公衆衛生学会総会シンポジウム, 京都, 2020年10月22日.

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

詳細データ

1. WHO の住宅と健康のガイドラインの状況

1-1. 住宅と健康のガイドラインの概要

WHO では近年、環境における不均衡または不平等（environmental inequality）の問題に取り組んでいる。このような問題は、健康における不均衡や不平等をもたらす。特に WHO は、住宅における不衛生や不安全的な状態を重要な問題と位置づけている。住宅における主要な健康リスクは、衛生状態が十分ではない地域では、害虫媒介感染症、水系感染症、空気感染症（結核など）、自然災害後の建築物で生じる感染症など、伝染性疾患（Communicable diseases: CDs）が主要な健康リスク要因であった。しかし近年は、喘息、慢性閉塞性肺疾患、その他の呼吸器疾患、循環器疾患（心血管系疾患、脳血管障害）、悪性腫瘍、肥満のまん延（小児含む）、傷害、生活福祉、精神保健などの非伝染性疾患（Noncommunicable diseases: NCDs）が主要な健康リスクとして取り上げられている。

表1 WHO の住宅と健康のガイドラインの要約

要因	勧告内容	勧告のレベル	健康影響等
過剰な寒さ	<ul style="list-style-type: none"> ・寒冷による健康影響を防止するために十分な室温を確保する ・温暖または寒冷な気候の国では、寒冷期の室温として 18°C以上を提案する 	強	<ul style="list-style-type: none"> ・呼吸器疾患の増悪（慢性閉塞性肺疾患[COPD]、小児の喘息） ・血圧上昇（循環器疾患）
過剰な暑さ	<ul style="list-style-type: none"> ・寒冷期を有する地域では、効果的で安全な断熱手段を導入する 	条件付き	
過剰な暑さ	<ul style="list-style-type: none"> ・外気温が高い地域では、室内における過剰な暑さを防ぐための対策をとる 	条件付き	睡眠障害、循環器疾患、血圧上昇、死亡（外気温）
住居内の過密性	<ul style="list-style-type: none"> ・住居内の過密性を低減するための対策をとる 	強	結核やインフルエンザ等の呼吸器感染症、下痢や胃腸炎、心の健康、睡眠障害
住居内のアクセス	<ul style="list-style-type: none"> ・身体障害者や高齢者がアクセスしやすい住宅を適切な割合で確保する 	強	落下や転倒等による傷害、生活の質（QOL）の悪化、心理的影響
傷害要因	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅に安全装置（煙や一酸化炭素の警報器、階段のゲート、窓の柵など）を設置し、不測の傷害をもたらす有害要因を低減する手段をとる 	強	火傷、落下や転倒等による外傷

WHO: WHO Housing and Health Guidelines. World Health Organization, Geneva, 2018.

これまで WHO では、居住環境の衛生に対するガイドラインとして、室内空気質ガイドライン（汚染物質、湿気とかび、家庭内での燃料の燃焼）、飲料水質ガイドライン、夜間騒音ガイドライン、石綿や鉛汚染に対する勧告、ラドンハンドブック、受動喫煙防止の政策提言を公表してきた。しかしながら、健康住宅の基本原則や近年の調査結果等を踏まえると、過剰な暑さや寒さ（excess heat and cold）、住居内の過密性（crowding, 感染症対応）、住居内のアクセスのしやすさ（accessibility of housing for people with functional impairments, バリアフリーなどの高齢者や障害者対応）、傷害要因に対する安全性（home injuries, ベランダの手すり、階段の落差など住居内負傷への対応）の 4 項目に対して新たにガイドラインを開発すべきと判断した。そして、既往のガイドラインの要約を統合して包括的な住宅と健康のガイドラインを開発し、2018 年 11 月に公表した¹⁾。

WHO の住宅と健康のガイドラインの要約を表 1 に示す。室温の低下により血圧の上昇がみられ、循環器疾患のリスクが高まること、また、COPD や小児の喘息のリスクが上昇することが過剰な寒さによる健康影響としてあげられた。そこで、室内の寒冷による健康影響を防止するために十分な室温を確保すること、具体的な室温としては、温暖または寒冷な気候の国では寒冷期の室温として 18℃以上を推奨することがガイドラインとして勧告された。なお、建物における断熱に関しては、断熱手段によって断熱効果が異なるため、具体的な断熱手段までは勧告せずに、寒冷期を有する地域では効果的で安全な断熱手段を導入することがガイドラインとして勧告された。室温 18℃以上の勧告については、高齢者、小児、慢性疾患（特に循環器疾患）を有する居住者等の高感受性集団に対しては、長期間の影響等に関してさらに科学的知見を充実すべきであることから、18℃よりも高い温度が必要となるかもしれないことが補足されている。

表 2 過剰な寒さに関する今後の研究

項目	今後の研究に関する勧告
全体	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発展途上国、特にアフリカ地域における研究 ・ 一時的な極度の寒さ（ピーク温度）、慢性的な寒冷曝露（長期間の平均的な低温状態）、累積的な寒冷曝露を考慮した曝露／反応の関係 ・ 断熱に関する研究では、より質の高い研究デザイン（無作為化臨床試験 RCT、外気温・換気・熱の利用・熱効率などの交絡因子の調整、断熱性を独立して評価、自己申告以外の客観的な健康指標）
対象集団	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全集団が対象、特に高齢者、小児、慢性疾患を有する居住者などの長時間在室者で寒さによる健康影響の経験を有するもの ・ 寒さによる健康影響の閾値が異なるかどうか（18℃が全集団に適切かどうか）
介入	<ul style="list-style-type: none"> ・ 室内温度を健康なレベルにするための政策や介入に関する研究（断熱材の設置、耐候性の向上、ソーラーパネル等を利用した暖房の改善など） ・ 介入の効果に関する比較研究
アウトカム	<ul style="list-style-type: none"> ・ 室内温度／死亡・疾病、循環器疾患、喘息、慢性閉塞性肺疾患（COPD）、感染症、うつ病 ・ 相対湿度や換気量も考慮

表3 過剰な暑さに関する今後の研究

項目	今後の研究に関する勧告
全体	<ul style="list-style-type: none"> ・住宅の室内温度と健康を直接評価した質の高い研究（外気温の研究が多く、室内温度の研究はほとんど無い） ・一時的な極度の暑さ（ピーク温度）、慢性的な暑熱曝露（長期間の平均的な高温状態）、累積的な暑熱曝露を考慮した曝露／反応の関係
対象集団	<ul style="list-style-type: none"> ・全集団が対象、特に高齢者、小児、女性、肥満、慢性疾患を有する居住者などの長時間在室者で暑さによる健康影響の経験を有するもの ・熱による健康影響の閾値が異なるかどうか
介入	<ul style="list-style-type: none"> ・室内温度を低下させる手段を用いた介入研究（換気、室内温度の低い住宅への移動、その他）
アウトカム	<ul style="list-style-type: none"> ・死亡・疾病、特に循環器疾患、血圧、呼吸器症状、睡眠障害、熱中症、異常高熱、脱水症

室内での過剰な暑さでは、睡眠障害、循環器疾患、血圧上昇のリスクが高まるとし、外気温が高い地域では室内における過剰な暑さを防ぐための対策をとることがガイドラインとして勧告された。なお、過剰な暑さに関しては、住宅の室温と健康影響を直接評価した質の高い研究が極めて少なく、具体的な室温を勧告するには至らなかった。表2及び表3に、過剰な寒さや暑さに対する今後の研究に関するWHOの勧告を示す¹⁾。

住居内の過密性に関しては、結核やインフルエンザ等の呼吸器感染症や、下痢や胃腸炎等を生じる感染症の二次感染リスク、精神的ストレスや睡眠障害のリスクが高まることから、住居内の過密性を低減するための対策をとることがガイドラインとして勧告された。住居内のアクセスに関しては、落下や転倒等による傷害、生活の質の悪化、心理的影響のリスクが高まることから、身体障害者や高齢者がアクセスしやすい住宅を適切な割合で確保することがガイドラインとして勧告された。住居内の傷害要因に関しては、火傷、落下や転倒等による外傷のリスクが高まることから、住宅に安全装置（煙や一酸化炭素の警報器、階段のゲート、窓の柵など）を設置し、不測の傷害をもたらす有害要因を低減する手段をとることがガイドラインとして勧告された。

1-2. 住宅と健康のガイドラインを満たす住宅の実現に向けた取り組み

WHOでは、住宅と健康のガイドラインを公表後、このガイドラインを各国がどのように実行するかについての議論が実施されてきた。とりわけアフリカやアジア等の途上国を中心に議論が進められ、2020年1月にはジュネーブで会合が開催された。但し、ガイドラインをどのように実行するかについては、各国の社会経済状況の影響を大きく受けることもあり、各国におけるWHOの住宅と健康のガイドラインの実践をサポートする目的で、各国における健康住宅に関係する法規制等をレビューして「Repository: 所蔵庫」としてとりまとめたものを2021年1月28日に公表した²⁾。なお、2020年1月の会合の内容は、報告書としてのとりまとめを進めており、追って公開される予定である。



1-3. 良質な室内環境のためのロードマップ

2020年初めに新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が世界的に大流行し、現在も継続している。COVID-19の主要な感染経路は、飛沫感染と接触感染である。しかしながら、エビデンスは不十分ではあるが、閉鎖空間で飛沫核感染（空気感染）が生じた可能性がある事例がいくつか報告されており、予防的措置として適度に換気を行うことが推奨されている。

そこでWHOでは、COVID-19の状況下において、適度な室内換気を確保することや、そのための改善方法について、関連する専門家によるレビューを改めて行い、そのロードマップを2021年3月1日に公表した³⁾。

室内換気は、COVID-19を含む呼吸器感染症の拡大を抑える（limit）包括的なパッケージの一部であるが、換気だけ（例え適切に実施されていても）では適切な保護レベルを提供するには不十分であり、マスク着用、手指消毒、身体的距離、咳エチケット、検査、接触者追跡、検疫、隔離、他の感染予防策がSARS-CoV-2の二次感染を防止するには決定的に重要（critical）としたうえで、医療施設（WHO, 2009）、非住居施設（EN 16798-1）、住居施設（EN 16798-1）における適正な室内換気量や空気浄化装置の使用および改善策に関するロードマップ（WHOの医療施設に対する感染予防ガイドライン、欧州規格の換気基準等を取りまとめたもの）を公開している（表4）。建物のオーナーや管理者は、適切な状態で空調設備等が運用されているかをチェックするよう推奨している。



Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19

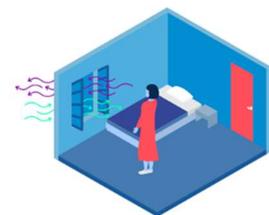


表 4 各施設における最小要求換気量の目安

	自然換気	機械換気
医療施設（検疫施設を含む）	1) エアロゾル手技の実施現場 160 L/s/患者または 12 回/h 2) 他の現場 60 L/s/患者または 6 回/h	1) エアロゾル手技の実施現場 160 L/s/患者または 12 回/h 2) 他の現場 60 L/s/患者または 6 回/h
非居住施設（職場、学校、宿泊施設、宗教施設、商業施設、公共施設等）	10 L/s/人（EN 16798-1）	10 L/s/人（EN 16798-1）
居住施設	10 L/s/人（EN 16798-1）	10 L/s/人（EN 16798-1）

WHO (2009) Natural ventilation for infection control in health-care settings: WHO guidelines. Geneva: World Health Organization.

<参考文献>

- 1) WHO: WHO Housing and Health Guidelines. World Health Organization, Geneva, 2018.
- 2) WHO: Policies, regulations and legislation promoting healthy housing: a review. World Health Organization, Geneva, 2021.
- 3) WHO: Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19. World Health Organization, Geneva, 2021.

2. 換気の悪い密閉空間を改善する換気方法

COVID-19 の感染拡大に対する予防的措置として、適度に換気を行うことを推奨するにあたり、日本では厚生労働省から、「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気量として一人あたり毎時 30m³ の必要換気量（窓の開放による方法では、換気回数を毎時 2 回以上）が推奨されている。しかしながら、換気を過度に意識して実施することにより、夏場であれば室内温度が上昇して熱中症のリスクが増大し、冬場であれば室内温度が低下して血圧上昇や虚血性心疾患等の循環器疾患、呼吸器疾患のリスクが増大することが懸念される。

そこで、厚生労働省の新型コロナウイルス対策本部では、COVID-19 の予防と夏期の熱中症や冬期の循環器疾患等の予防をどのように両立させるかについて、本研究班の分担研究者の一部の協力のもと、これらのことに関する最新のエビデンスを整理し、推奨される方法を取りまとめ、厚生労働省のホームページに夏期（2020 年 6 月 17 日）および冬期（2020 年 11 月 27 日）にバックグラウンド資料とリーフレットを公表した。

推奨方法としては、夏期であれば、居室の温度および相対湿度を 28℃以下および 70%以下に維持できる範囲内で、2 方向の窓を常時、できるだけ開けて、連続的に室内に空気を通すこと。冬期であれば、居室の温度および相対湿度を 18℃以上かつ 40%以上に維持できる範囲内で、暖房器具を使用しながら、1 方向の窓を常時開けて、連続的に換気を行うこととしている。

～ 換気機能のない冷暖房設備を使っている商業施設等の皆さまへ ～

熱中症予防に留意した 「換気の悪い密閉空間」を 改善するための換気の方法

換気機能のない冷暖房設備（循環式エアコン）※¹しか設置されていない商業施設等の場合、外気温が高いときに、必要換気量を満たすための換気（30分ごとに1回、数分間窓を全開にする）※²を行うと、ビル管理法で定める居室内の温度および相対湿度の基準（28℃以下・70%以下）※³を維持できないときがあります。

新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気と、熱中症予防を両立するため、以下の点に留意してください。

窓を開けて換気する場合の留意点

- 居室の温度および相対湿度を28℃以下および70%以下に維持できる範囲内で、2方向の窓を常時、できるだけ開けて、連続的に室内に空気を通すこと※⁴。
 - この際、循環式エアコンの温度をできるだけ低く設定すること。
 - 1方向しか窓がない場合は、ドアを開けるか、天井や壁の高い位置にある窓を追加で開けること。
- 居室の温度および相対湿度を28℃以下および70%以下に維持しようとする、窓を十分に開けられない場合は、窓からの換気と併せて、可搬式の空気清浄機を併用※⁵することは換気不足を補うために有効であること。

空気清浄機を併用する際の留意点

- ◆ 空気清浄機は、HEPAフィルタによる過式で、かつ、風量が5m³/min程度以上のものを使用すること。
- ◆ 人の居場所から10m²（6畳）程度の範囲内に空気清浄機を設置すること。
- ◆ 空気の流れを発生させないように、外気を取り入れる風向きと空気清浄機の風向きを一致させること※⁶。

熱中症の予防のためには、こまめな水分補給や健康管理など※⁷にも留意が必要です。



リーフレット

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000640917.pdf>

参考資料

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000640920.pdf>

～ 商業施設等の管理者の皆さまへ ～

冬場における「換気の悪い密閉空間」を 改善するための換気の方法

外気温が低いときに、「換気の悪い密閉空間」を改善する換気と、室温の低下による健康影響の防止を両立するため、以下の点に留意してください。

- ✓ 「換気の悪い密閉空間」は新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つに過ぎず、一人あたりの必要換気量を満たすだけで、感染を確実に予防できるわけではなく、人が密集した空間や密接な接触を避ける措置を併せて実施する必要があります。

推奨される換気の方法

① 窓の開放による方法

換気機能を持つ冷暖房設備※や機械換気設備が設置されていない、または、換気量が十分でない商業施設等は、以下に留意して、窓を開けて換気してください。

- ※ 冷暖房設備本体に屋内空気を取り入れ口がある（換気用ダクトにつながっていない）場合、室内の空気を循環させるだけで、外気を取り入れ機能はないことに注意してください。
- 居室の温度および相対湿度を18℃以上かつ40%以上に維持できる範囲内で、暖房器具を使用※しながら、一方向の窓を常時開けて、連続的に換気を行うこと。
 - ※ 加湿器を併用することも有効です。
- 居室の温度および相対湿度を18℃以上かつ40%以上に維持しようとする、窓を十分に開けられない場合は、窓からの換気と併せて、可搬式の空気清浄機を併用すること。

窓開け換気による室温変化を抑えるポイント

- ◆ 一方向の窓を少しだけ開けて常時換気をする方が、室温変化を抑えられます。窓を開ける幅は、居室の温度と相対湿度をこまめに測定しながら調節してください。
- ◆ 人がいない部屋の窓を開け、廊下を經由して、少し暖まった状態の新鮮な空気を人のいる部屋に取り入れること（二段階換気）も、室温変化を抑えるのに有効です。
- ◆ 開けている窓の近くに暖房器具を設置すると、室温の低下を防ぐことができますが、燃えやすい物から距離をあけるなど、火災の予防に注意してください。



冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法

https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_15102.html

感染拡大防止と医療提供体制の整備

https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/kansenkakudaiboushi-iryouteikyoku.html#h2_6

3. 室内環境要因に関する文献レビュー

3-1. 建築物室内の温度、湿度、換気と居住者の健康影響との関係に関する文献レビュー

欧州の知人とともに、標記の文献レビューを実施し、国際雑誌で公表した。温度に関しては、WHOの住宅と健康のガイドラインで推奨温度が示されている。健康影響を指標とした場合（WHOの住宅と健康ガイドライン）以外では、労働生産性に対する適正温度の推奨範囲は22～24℃と報告した。また、健康、労働生産性、感染リスクを指標とした相対湿度の適正範囲は40～60%、換気は急性及び慢性的な健康影響のリスクを低減し、生産性を改善することを近年の研究のレビューの結果として報告した。

Peder Wolkoff, Kenichi Azuma, Paolo Carrer. Health, work performance, and risk of infection in office-like environments: the role of indoor temperature, air humidity, and ventilation. *Int J Hyg Environ Health* 2021;233:113709. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113709.

3-2. ダスト中準揮発性有機化合物 (SVOC) の指針値に関する検討

フランス環境労働衛生安全庁 (ANSES) は、室内ダスト中化学物質のガイドラインの検討を行っている。但し、その方法論を検討するにあたり、各国の専門家からの意見を収集しており、2019年9月に非公開の国際ワークショップ「Technical workshop on reference values for indoor dust」をパリで開催した。分担研究者の東は、健康リスク評価の専門家として招聘されて本ワークショップに出席した。

ANSES は、室内ダスト中化学物質のガイドラインとして、フタル酸エステル類と鉛のガイドラインの検討を行っている。本ワークショップでの議論の内容は、国際雑誌「Indoor Air」に原著論文として出版された。なお、室内ダスト中のガイドラインの設定に関しては、ダストのサンプリングや測定方法などに課題があり、明確な結論を出すには至らなかった。しかしながら、SVOCの曝露経路は、吸入曝露、経口曝露、経皮曝露と複数存在し、ダスト、空気中ガス、空気中微粒子、飲食物と曝露媒体も複数存在する。これらの媒体からの総体内負荷量を減らすことが健康影響を防止するうえで重要であり、室内ダスト中化学物質のガイドラインの設定が政策の一部として重要であることを勧告した。

Glorennec P, Shendell DG, Rasmussen PE, Waerber R, Egeghy P, Azuma K, Pelfrène A, Le Bot B, Esteve W, Perouel G, Pernelet Joly V, Noack Y, Delannoy M, Keirsbulck M, Mandin C. Towards setting public health guidelines for chemicals in indoor settled dust? *Indoor Air* 2021;31(1):112-115. doi: 10.1111/ina.12722.

4. 生活習慣病と緑化環境 (Greenness) に関する文献レビュー

近年、住宅環境として、住宅周辺の緑化環境が生活習慣病 (循環器疾患、悪性腫瘍等) のリスク低減に関与することを示唆する疫学研究が欧米諸国で報告されている。住環境による健康増進に向けた新たな分野として、このことに関する疫学研究のレビューを行った。以下に概要を示す。

4-1. 文献検索方法

Pubmed に検索式 ((greenness[Title/Abstract]) OR (green space[Title/Abstract])) AND ((cardiovascular[Title/Abstract]) OR (cancer[Title/Abstract]) OR (mortality[Title/Abstract]))を入力し、データベース初期から2020年11月までで180件の出力を得た。

4-2. 結果の概要

(1)背景

近年、Greenness と健康への影響が少しずつ明らかになり、注目されている。植生や近隣の Greenness が健康に良い影響を与えるメカニズムは十分には分かっていないが、Greenness がストレスや不安を和らげ、大気汚染や騒音を減らし、気温が高温になるのを和らげ、身体活動を促進させることと関係していることが報告されている[1]。住宅街の緑はまた、社会的な交流を生み出す可能性がある[1]。Greenness の健康への影響に関する研究は、循環器疾患などの慢性疾患の環境要因への新しい知見を提供し、循環器疾患とその臨床症状を予防するための実用的な Greenness に基づく戦略の開発に情報を与える可能性がある[2]。

Greenness は通常、参加者の住所とリンクさせた衛星情報の植生指数 (normalized difference

vegetation index (NDVI) または土地利用データベースを使用して測定される。Greenness は全死亡、心血管疾患を防ぎ、メンタルヘルスを改善することが報告されている。また、Greenness と身体活動の間に正の相関があることが報告されており、また緑と体重の間に負の関連があるという報告がされている。

(2) Greenness が健康に与えるメカニズム

Greenness が健康にプラスの影響を与えるための多くのメカニズムが示唆されている。Biophilia とは、人間が自然、植物、生物に親和性を持つように進化したことを示唆するものであり [3]、これに基づいて、ウルリッヒの心理進化論は、自然への曝露が認知に直接的な回復効果をもたらし、ストレスを軽減する可能性があるとして仮定している [4]。Greenness はまた、社会的活動の機会を提供し、社会的なつながりを強める可能性があり、社会的な結束や強い社会的なつながりの存在は、健康に良い影響を与える [5]。また、自然環境は、日常的な身体活動とレクリエーションの身体活動の両方の場所を提供する [6]。植生は大気汚染への曝露を緩衝し、オゾン、粒子状物質、NO₂、SO₂、および一酸化炭素を空気から除去し、有害な騒音への曝露を減らし、熱ストレス時の不快感を軽減する可能性がある [7]。

(3) Greenness の各種疾患への影響

1) 全死亡

Greenness は全死亡に影響を与える可能性があることが報告されている。Greenness に関する最初の全死亡に関する研究が、我が国で行われた。Takano, T らは、ベースラインでの居住環境の特徴について、高齢の参加者らに尋ね、5 年生存率は、住居近くの並木道を報告した人々の中で最も高かった [8]。Yuan らの観察研究を対象としたレビューでは、22 の観察研究のうちほとんどで全死亡と循環器疾患のリスクが低下したことを報告している [9]。また、Yuan, Y. らは 8 つのコホート研究を含むメタアナリシスでは、高齢者では greenness への曝露(normalized difference vegetation index (NDVI)の 0.1 ユニットの増加)は、全死亡の減少と関連したことを報告している(pooled hazard ratios (HR) (95% confidence interval (CI) = 0.99 (0.97, 1.00))。Rojas-Rueda D らは、システムティックレビューで、9 つの研究のうち 7 つで 500 m 以下の緩衝地帯での 0.1 NDVI あたりの周囲の緑の増加と、すべての原因による死亡のリスクとの間には、有意な負の相関がみられたが、2 つの研究では関連性は見られなかったとしている [10]。参加者の住居から 500m 以下のバッファー内での 0.1NDVI の増加ごとのすべての原因による死亡率の HR は 0.96 (95%CI 0.94-0.97; I², 95%) であった。Aerts R らのグループは、ecological study で、residential greenness が与える影響は、全死亡に対しては限定的であると報告している [11]。

2) 心血管病、脳卒中

Greenness への曝露は、身体活動、ストレス、社会的関与、騒音、大気汚染への曝露のレベルに影響を与える可能性があり、心血管疾患のリスクを軽減させる可能性がある [2] [12-14]。Aerts R らのグループは、ecological study で大部分の研究が residential greenness が高い地域では、CVD のリスクが軽減されることを報告している [11]。Yeager, R.A. らは、いくつかの大規模疫学研究では、greenness と CVD のリスクが強い関係がみられることを報告しており、住居が Greenness に近いことは、心血管イベントと同様心血管病による死亡とも関係していることを報告している [2]。Yitshak-Sad らは、NDVI は心筋梗

塞と関係していることを報告している (OR 0.72(p<0.01) for NDVI 0.1-0.2; and OR 0.52(p=0.270) for NDVI >0.2) [15] Yuan, Y.らは8つのコホート研究を含むメタアナリシスで、高齢者では greenness への曝露(per 0.1 unit increase of NDVI)は、脳卒中による死亡 (pooled HR (95% CI) = 0.77 (0.59, 1.00)) の減少と関係したことを報告している[9]。Maas らは、オランダの一般開業医からの横断的罹患率データをレビューし、より住宅の緑が多い方が冠状動脈性心臓病のより低いオッズと関連していることを発見し[16]、オーストラリアでの横断的調査では、絶対的な緑との関連は見られなかったものの、家の周りの緑の変動が大きい成人の心臓病または脳卒中による入院のオッズが低いことが示された[17]。Villeneuve らは、カナダのオンタリオに拠点を置く前向き生存分析を実施し[18]、大気汚染への曝露を調整後、緑のレベルが高いほど、CVD、虚血性心疾患、脳卒中による死亡のリスクが低くなることを報告した。ただし、個人の喫煙のデータがなく、喫煙の補正は行っておらず、交絡因子の補正が十分に行えているとは言いがたい。また、Mitchell らによる英国全体の分析では、緑地のレベルが高いと、地域レベルの社会経済的地位による循環器死亡率の不平等が減少することが分かった[19]。Greenness と心血管病との関連を報告する研究は多いが、個人レベルの情報をを用いた前向きな検討が今後必要である。

3) 高血圧、糖尿病

Astell-Burt らは、前向き研究において、Total green space [オッズ比 (OR) 0.993、95%信頼区間 (CI) 0.988~0.998]および tree canopy (0.984、0.978~0.989) が1%増加すると、糖尿病の罹患率が低くなり、tree canopy のみが1%増加すると、一般的な CVD のオッズが低くなることを報告している (0.996、0.993~0.999) [20]。糖尿病 (0.988、0.981~0.994)、高血圧 (0.993、0.999~0.997)、CVD (0.993、0.998~0.998) の発生率の低下は、tree canopy の1%の増加と関連していたが、Total green space では関連していなかった。また、横断研究において、Dzhambov らは、Greenness は、高血圧もしくは低血圧と 30-40%低いオッズと関係しており、2-3mmHg 低い収縮期血圧と関係していることを報告している[21]

4) 身体的活動量、肥満

Greenness は、ウォーキングやサイクリングなど、遊びや運動の場を提供することで、身体活動を促進する可能性がある[6]。多くの研究が、緑地と身体活動との関連を報告しており、近隣の緑が土地利用ファイルから導き出され、Greenness と成人の身体活動 (例: 歩行時間、歩行維持、身体活動の推奨事項を満たす) との間の適度に正の関連がみられている一方[22-25]、いくつかの研究では関連がみられていない[26, 27]。個々の横断的研究は因果関係の判断が難しい可能性があるが、個人および地域レベルの潜在的な交絡因子 (年齢、性別、個人の社会経済的地位 (SES)、地域レベルの SES、および人口密度) の範囲を調整した後の研究間の強い一貫性を持って、Greenness が身体活動を促進する可能性があることを示唆している。James P らは、緑と身体活動の間の正の関連、および緑と体重の間の一貫性の低い負の関連を報告している[1]。

また、Greenness は、身体活動との関連性が考えられることから、肥満との関係も研究されている。一般に、近隣の緑が大きいほど、太りすぎや肥満の可能性が低くなる。Mowafi らは、近隣 SES の調整後に関連性はみられないことを[28]、Cummins and Fagg は、緑地が太りすぎや肥満のオッズの増加と関連していることを報告している[29]。また、性別による差も報告されている。ある研究では、緑地は男性

ではなく女性の太りすぎや肥満の可能性の低下と関連していたが[30]、別の研究では、男性では身体活動の可能性が低下し、太りすぎ/肥満が増加していたが、女性では太りすぎ/肥満が減少した[31]。これらの研究はほとんどが横断研究であるものの、潜在的な交絡因子（年齢、性別、人種、民族、SES、地域レベルのSESおよび都市性など）で補正されており、ほとんどの研究で、Greennessと肥満の間に負の相関があることを示している。しかしながら、交絡因子や性別による影響を考慮し、前向き研究が必要である。

5) メンタルヘルス

Greennessは、身体活動を促し、社会的関係を促進し、直接的な心理的な利益を提供することにより、メンタルヘルスを促進する可能性がある[3] [32]。緑とメンタルヘルスに関するほとんどの研究は、横断的、調査ベースであり、自己管理の臨床スケールを使用してメンタルヘルスの状態を評価しているが、一部の研究では医療記録を用いている[33, 34]。近隣の緑化または緑地へのアクセスの増加は、ストレスのリスクの低下、精神医学的病的状態の傾向、心理的苦痛、抑うつ症状、臨床的不安および抑うつ有病率、および成人の気分障害治療と関連している[33, 35-37]。緑とメンタルヘルスに関する研究の大部分は横断的だが、追跡期間が長い研究では、緑地がメンタルヘルスに有益な効果をもたらすことが示されている。Whiteらは、英国での縦断的調査からのパネルデータを使用し、都市の緑地が大きいほど心理的苦痛のリスクが低いことを発見した[38]。Annerstedtらは、身体的に活動的で、特定の性質（静けさと空間）を備えた緑地にアクセスできる女性で、メンタルヘルスが悪化するリスクが低いことを発見した[39]。Astell-Burtらの報告では、Greennessが男性では、成人初期から中期の精神医学的罹患率に対する緑地のメンタルヘルスの悪化に対する保護効果があり、女性では年配の女性で、緑地へのアクセスが中程度の女性は、緑地へのアクセスが少ない女性に比べてメンタルヘルスが良好であった[40]。今後、前向き研究による、さらなる研究が必要である。

6) 癌

Greennessは、癌の有病率、発症率に影響を与えるかについての報告は少ない。Aerts Rらのグループは、ecological studyで、Greennessは肺がんに対してbenefitがないことを報告している[11]。オーストラリアでは、近隣の緑地が皮膚がんの確率が高いことが報告されており、Greennessが0~20%の人と比較して、緑地が80%を超える人では、調整後の皮膚がんの確率が9%高くなった[41]。

(4) 総括

Greennessは総死亡をはじめ、虚血性心疾患、脳卒中、高血圧、糖尿病、メンタルヘルス、体重、運動量と関係している可能性が高い。今後は、自然のGreennessだけでなく、都市計画としての近隣の緑化などの計画が人々を健康に導くのかかもしれない。今後の研究が期待される。

<関連文献一覧（抜粋）>

No	題目	書誌情報	出版年	論文種	アウトカム
1	Residential green space, air pollution, socioeconomic deprivation and cardiovascular medication sales in Belgium: A nationwide ecological study	Sci Total Environ. 2020 Apr 10;712:136426. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.136426. Epub 2020 Jan 7.	2020	systematic review	CVD mortality ↓ all cause mortality △ lung cancer mortality ×
2	Communicating the benefits of population health interventions: The health effects can be on par with those of medication	SSM Popul Health. 2018 Jun 28;6:54-62. doi: 10.1016/j.ssmph.2018.06.002. eCollection 2018 Dec.	2018	review	
3	Health co-benefits and risks of public health adaptation strategies to climate change: a review of current literature	Int J Public Health. 2013 Apr;58(2):305-11. doi: 10.1007/s00038-012-0422-5. Epub 2012 Oct 31.	2013	review	
4	Built environmental characteristics and diabetes: a systematic review and meta-analysis	BMC Med. 2018 Jan 31;16(1):12. doi: 10.1186/s12916-017-0997-z.	2018	systematic review	T2DM
5	A Review of Epidemiologic Studies on Greenness and Health: Updated Literature Through 2017	Curr Environ Health Rep. 2018 Mar;5(1):77-87. doi: 10.1007/s40572-018-0179-y.	2018	review	birth weights, physical activity, and lower mortality rates depression
6	Residential green spaces and mortality: A systematic review	Environ Int. 2016 Jan;86:60-7. doi: 10.1016/j.envint.2015.10.013. Epub 2015 Nov 2.	2016	systematic review	
7	Clarifying the Connections Between Green Space, Urban Climate, and Heat-Related	Am J Public Health. 2018 Apr;108(S2):S62-S63. doi: 10.2105/AJPH.2017.304295.	2018	review	

	Mortality				
8	A Review of the Health Benefits of Greenness	Curr Epidemiol Rep. 2015 Jun;2(2):131-142. doi: 10.1007/s40471-015-0043-7.	2015	review	physical activity, body weight.
9	Commentary - Climate change, health and green space co-benefits	Health Promot Chronic Dis Prev Can. 2019 Apr;39(4):131-135. doi: 10.24095/hpcdp.39.4.04.	2019	review	
10	Urban Green Space and Its Impact on Human Health	Int J Environ Res Public Health. 2018 Mar 3;15(3):445. doi: 10.3390/ijerph15030445.	2018	review	
11	Fifty Shades of Green: Pathway to Healthy Urban Living	Epidemiology. 2017 Jan;28(1):63-71. doi: 10.1097/EDE.0000000000000549.	2017	review	
12	Influence of urban and transport planning and the city environment on cardiovascular disease	Nat Rev Cardiol. 2018 Jul;15(7):432-438. doi: 10.1038/s41569-018-0003-2.	2018		
13	Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies	Lancet Planet Health. 2019 Nov;3(11):e469-e477. doi: 10.1016/S2542-5196(19)30215-3.	2019	a systematic review	all-cause mortality ↓
14	Is the built environment associated with morbidity and mortality? A systematic review of evidence from Germany	Int J Environ Health Res. 2018 Dec;28(6):697-706. doi: 10.1080/09603123.2018.1509950. Epub 2018 Aug 22.	2018	A systematic review	
15	The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes	Environ Res. 2018 Oct;166:628-637. doi: 10.1016/j.envres.2018.06.030. Epub 2018 Jul 5.	2018	systematic review	
16	Green environments and cardiovascular health	Trends Cardiovasc Med		review	CVD ↑

17	Green space exposure on mortality and cardiovascular outcomes in older adults: a systematic review and meta-analysis of observational studies	Aging Clin Exp Res	2020	review	all-cause mortality and total cardiovascular disease ↓ NDVI: all-cause mortality ↓ stroke mortality ↓
18	Ethnic differences in the effect of environmental stressors on blood pressure and hypertension in the Netherlands	BMC Public Health. 2007 Jun 23;7:118. doi: 10.1186/1471-2458-7-118.	2007	original	
19	Urban green space, tree canopy and prevention of cardiometabolic diseases: a multilevel longitudinal study of 46 786 Australians	Int J Epidemiol. 2019 Nov 13;dyz239. doi: 10.1093/ije/dyz239. Online ahead of print.	2019	original (longitudinal study)	prevalent diabetes & CVD ↓ incident diabetes & CVD ↓ (a 1% increase in tree canopy)
20	Do air pollution and neighborhood greenness exposures improve the predicted cardiovascular risk?	Environ Int. 2017 Oct;107:147-153. doi: 10.1016/j.envint.2017.07.011. Epub 2017 Jul 20.	2017	original	MI ↓
21	Neighbourhood green space and the odds of having skin cancer: multilevel evidence of survey data from 267072 Australians	J Epidemiol Community Health. 2014 Apr;68(4):370-4. doi: 10.1136/jech-2013-203043. Epub 2013 Dec 27.	2014	original	皮膚癌 ↑
22	Greener neighborhoods, slimmer people? Evidence from 246,920 Australians	Int J Obes (Lond). 2014 Jan;38(1):156-9. doi: 10.1038/ijo.2013.64. Epub 2013 May 3.	2014	original	obesity ↓ (45 歳以上の女性)

23	The influence of environmental and health indicators on premature mortality: An empirical analysis of the City of Toronto's 140 neighborhoods	Health Place. 2019 Jul;58:102155. doi: 10.1016/j.healthplace.2019.102155. Epub 2019 Jun 25.	2019	original	
24	Associations between green space and health in English cities: an ecological, cross-sectional study	PLoS One. 2015 Mar 16;10(3):e0119495. doi: 10.1371/journal.pone.0119495. eCollection 2015.	2015	ecological, cross-sectional study	risk of death from all causes, cardiovascular disease, lung cancer and suicide ×
25	Residential urban tree canopy is associated with decreased mortality during tuberculosis treatment in California	Sci Total Environ. 2020 Apr 1;711:134580. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.134580. Epub 2019 Nov 20.	2020		mortality risk during tuberculosis treatment ↓
26	Modification of Heat-Related Mortality in an Elderly Urban Population by Vegetation (Urban Green) and Proximity to Water (Urban Blue): Evidence from Lisbon, Portugal	Environ Health Perspect. 2016 Jul;124(7):927-34. doi: 10.1289/ehp.1409529. Epub 2015 Nov 13.	2016		
27	Residential Greenness and Cardiovascular Disease Incidence, Readmission, and Mortality	Environ Health Perspect	2020	a cohort study	AMI and HF ↓
28	Association of Long-Term Exposure to Transportation Noise and Traffic-Related Air Pollution with the Incidence of Diabetes: A Prospective	Environ Health Perspect. 2017 Aug 31;125(8):087025. doi: 10.1289/EHP1279.	2017	Prospective Cohort Study	diabetes ↓

	Cohort Study				
29	Estimated effects of air pollution and space-time-activity on cardiopulmonary outcomes in healthy adults: A repeated measures study	Environ Int. 2018 Feb;111:247-259. doi: 10.1016/j.envint.2017.11.024. Epub 2017 Dec 30.	2018		
30	Complex relationships between greenness, air pollution, and mortality in a population-based Canadian cohort	Environ Int. 2019 Jul;128:292-300. doi: 10.1016/j.envint.2019.04.047. Epub 2019 May 7.	2019	original	cardiovascular mortality ↓
31	Urban greenness and mortality in Canada's largest cities: a national cohort study	Lancet Planet Health. 2017 Oct;1(7):e289-e297. doi: 10.1016/S2542-5196(17)30118-3. Epub 2017 Oct 5.	2017	a cohort study	
32	Green Space and Deaths Attributable to the Urban Heat Island Effect in Ho Chi Minh City	Am J Public Health. 2018 Apr;108(S2):S137-S143. doi: 10.2105/AJPH.2017.304123. Epub 2017 Oct 26.	2018		
33	Outdoor air pollution, green space, and cancer incidence in Saxony: a semi-individual cohort study	BMC Public Health. 2018 Jun 8;18(1):715. doi: 10.1186/s12889-018-5615-2.	2018		
34	The association of air pollution and greenness with mortality and life expectancy in Spain: A small-area study	Environ Int. 2017 Feb;99:170-176. doi: 10.1016/j.envint.2016.11.009. Epub 2016 Nov 18.	2017		mortality and longer life expectancy (lower socioeconomic status)
35	Residential greenness and risk of prostate cancer: A case-control study in Montreal, Canada	Environ Int. 2017 Jan;98:129-136. doi: 10.1016/j.envint.2016.10.024. Epub 2016 Nov 4.	2017	A case-control study	risk of prostate cancer ↓

36	Associations between time spent in green areas and physical activity among late middle-aged adults	Geospat Health. 2016 Nov 16;11(3):411. doi: 10.4081/gh.2016.411.	2016		moderate-to-vigorous physical activity (MVPA)
37	Detrimental impact of socioeconomic status on exercise capacity in adults with congenital heart disease	Int J Cardiol. 2013 Apr 30;165(1):80-6. doi: 10.1016/j.ijcard.2011.07.097. Epub 2011 Aug 24.	2013		
38	Relationship between exposure to the natural environment and recovery from hip or knee arthroplasty: a New Zealand retrospective cohort study	BMJ Open. 2019 Sep 20;9(9):e029522. doi: 10.1136/bmjopen-2019-029522.	2019	a retrospective cohort study	mortality & use of opioids in patients ↓
39	Greenspace seems protective of both high and low blood pressure among residents of an Alpine valley	Environ Int. 2018 Dec;121(Pt 1):443-452. doi: 10.1016/j.envint.2018.09.044. Epub 2018 Sep 28.	2018	cross-sectional	BP
40	Vegetated land cover near residence is associated with reduced allostatic load and improved biomarkers of neuroendocrine, metabolic and immune functions	Environ Res. 2017 Oct;158:508-521. doi: 10.1016/j.envres.2017.07.009. Epub 2017 Jul 11.	2017	cross-sectional population-based study	
41	Associations between residential greenness and blood lipids in Chinese Uyghur adults	Environ Int. 2020 Sep;142:105903. doi: 10.1016/j.envint.2020.105903. Epub 2020 Jun 27.	2020		

42	Effect modification of the association between meteorological variables and mortality by urban climatic conditions in the tropical city of Kaohsiung, Taiwan	Geospat Health. 2013 Nov;8(1):37-44. doi: 10.4081/gh.2013.52.	2013	2013	
43	Tracking Restoration of Park and Urban Street Settings in Coronary Artery Disease Patients	Int J Environ Res Public Health. 2016 May 31;13(6):550. doi: 10.3390/ijerph13060550.	2016	2016	
44	Vulnerability to extreme heat by socio-demographic characteristics and area green space among the elderly in Michigan, 1990-2007	Environ Res. 2015 Jan;136:449-61. doi: 10.1016/j.envres.2014.08.042. Epub 2014 Nov 25.	2015	2015	
45	Geographical disparities in the impacts of heat on diabetes mortality and the protective role of greenness in Thailand: A nationwide case-crossover analysis	Sci Total Environ. 2020 Apr 1;711:135098. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.135098. Epub 2019 Nov 12.	2020	2020	
46	Natural environments and suicide mortality in the Netherlands: a cross-sectional, ecological study	Lancet Planet Health. 2018 Mar;2(3):e134-e139. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30033-0.	2018	2018	a cross-sectional, ecological study suicide mortality
47	The influence of green space on the short-term effects of particulate matter on hospitalization in the U.S. for 2000-2013	Environ Res. 2019 Jul;174:61-68. doi: 10.1016/j.envres.2019.04.019. Epub 2019 Apr 19.	2019	2019	

48	The relationship between access and quality of urban green space with population physical activity	Public Health. 2006 Dec;120(12):1127-32. doi: 10.1016/j.puhe.2006.10.007. Epub 2006 Oct 25.	2006		physical activity ×
49	Spatiotemporal Prediction of Increasing Winter Perceived Temperature across a Sub-Tropical City for Sustainable Planning and Climate Change Mitigation	Int J Environ Res Public Health. 2019 Feb 11;16(3):497. doi: 10.3390/ijerph16030497.	2019		
50	Linking stroke mortality with air pollution, income, and greenness in northwest Florida: an ecological geographical study	Int J Health Geogr. 2008 May 1;7:20. doi: 10.1186/1476-072X-7-20.	2008	an ecological geographical study	stroke mortality
51	The association between neighborhood greenness and incidence of lethal prostate cancer: A prospective cohort study	Environ Epidemiol	2020		lethal prostate cancer
52	The contribution of residential greenness to mortality among men with prostate cancer: a registry-based cohort study of Black and White men	Environ Epidemiol. 2020 Apr 9;4(2):e087. doi: 10.1097/EE9.0000000000000087. eCollection 2020 Apr.	2020		prostate cancer
53	Applying landscape metrics and structural equation modeling to predict the effect of urban green space on air	Environ Monit Assess. 2020 Jun 3;192(7):412. doi: 10.1007/s10661-020-08377-0.	2020		

	pollution and respiratory mortality in Tehran				
54	GPS-Based Exposure to Greenness and Walkability and Accelerometry-Based Physical Activity	Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2017 Apr;26(4):525-532. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-16-0925. Epub 2017 Feb 14.	2017		physical activity
55	Exposure to Greenness and Mortality in a Nationwide Prospective Cohort Study of Women	Environ Health Perspect. 2016 Sep;124(9):1344-52. doi: 10.1289/ehp.1510363. Epub 2016 Apr 14.	2016	a Nationwide Prospective Cohort Study	mortality
56	Structural Characteristics of Tree Cover and the Association with Cardiovascular and Respiratory Health in Tampa, FL	J Urban Health. 2019 Oct;96(5):669-681. doi: 10.1007/s11524-019-00380-2.	2019		respiratory and cardiovascular outcomes
57	Interaction between residential greenness and air pollution mortality: analysis of the Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey	Lancet Planet Health. 2020 Mar;4(3):e107-e115. doi: 10.1016/S2542-5196(20)30027-9.	2020		
58	Residential greenness and mortality in oldest-old women and men in China: a longitudinal cohort study	Lancet Planet Health. 2019 Jan;3(1):e17-e25. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30264-X.	2019	cohort	longevity
59	Cardiovascular diseases in middle aged and older adults in China: the joint effects and mediation of different types of physical exercise and	Environ Res. 2018 Nov;167:175-183. doi: 10.1016/j.envres.2018.07.003. Epub 2018 Jul 3.	2018	a community-based cross-sectional study	hypertension , coronary heart disease and stroke

	neighborhood greenness and walkability				
60	Maternal Health and Green Spaces in China: A Longitudinal Analysis of MMR Based on Spatial Panel Model	Healthcare (Basel). 2019 Dec 2;7(4):154. doi: 10.3390/healthcare7040154.	2019		maternal mortality
61	The effect of urban green on small-area (healthy) life expectancy	J Epidemiol Community Health. 2014 Oct;68(10):999-1002. doi: 10.1136/jech-2014-203847. Epub 2014 Jul 22.	2014		small-area life expectancy (LE) and healthy life expectancy (HLE)
62	Associations of air pollution and greenness with mortality in Greece: An ecological study	Environ Res		An ecological study	
63	Is a liveable city a healthy city? Health impacts of urban and transport planning in Vienna, Austria	Environ Res. 2020 Apr;183:109238. doi: 10.1016/j.envres.2020.109238. Epub 2020 Feb 6.	2020		
64	Green space, social inequalities and neonatal mortality in France	BMC Pregnancy Childbirth. 2013 Oct 20;13:191. doi: 10.1186/1471-2393-13-191.	2013		neonatal mortality
65	Effect modification of individual- and regional-scale characteristics on heat wave-related mortality rates between 2009 and 2012 in Seoul, South Korea	Sci Total Environ. 2017 Oct 1;595:141-148. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.248. Epub 2017 Apr 3.	2017		
66	Interactions between Ambient Air Particles and Greenness on Cause-specific Mortality in Seven Korean	Int J Environ Res Public Health. 2019 May 27;16(10):1866. doi: 10.3390/ijerph16101866.	2019		

	Metropolitan Cities, 2008-2016				
67	County-level exposures to greenness and associations with COVID-19 incidence and mortality in the United States	medRxiv	2020		county-level incidence of COVID-19 & COVID-19 mortality rates,
68	Air pollution, ambient temperature, green space and preterm birth	Curr Opin Pediatr. 2019 Apr;31(2):237-243. doi: 10.1097/MOP.0000000000000736	2019		preterm birth
69	Associations between Greenness, Impervious Surface Area, and Nighttime Lights on Biomarkers of Vascular Aging in Chennai, India	Environ Health Perspect. 2017 Aug 2;125(8):087003. doi: 10.1289/EHP541.	2017		SBP, DBP, and cPP, and with lower FMD
70	Acute effects of visits to urban green environments on cardiovascular physiology in women: A field experiment	Environ Res. 2017 Nov;159:176-185. doi: 10.1016/j.envres.2017.07.039. Epub 2017 Aug 10.	2017		short-term changes in cardiovascular risk factors
71	Association between Surrounding Greenness and Mortality: An Ecological Study in Taiwan	Int J Environ Res Public Health. 2020 Jun 23;17(12):E4525. doi: 10.3390/ijerph17124525.	2020	An Ecological Study	all-cause mortality
72	Exploring the Relationship between Green Space in a Neighbourhood and Cardiovascular Health in the Winter City of China: A Study Using a Health Survey for Harbin	Int J Environ Res Public Health. 2020 Jan 14;17(2):513. doi: 10.3390/ijerph17020513.	2020		cardiovascular disease and some of its risk factors

73	Planning for Supportive Green Spaces in the Winter City of China: Linking Exercise of Elderly Residents and Exercise Prescription for Cardiovascular Health	Int J Environ Res Public Health. 2020 Aug.	2020		
74	Urban Form, Air Quality, and Cardiorespiratory Mortality: A Path Analysis	Int J Environ Res Public Health. 2020 Feb 13;17(4):1202. doi: 10.3390/ijerph17041202.	2020		Cardiorespiratory Mortality
75	Gene-Environment Interaction of FOXO and Residential Greenness on Mortality Among Older Adults	Rejuvenation Res. 2020 May 29. doi: 10.1089/rej.2019.2301. Online ahead of print.	2020		Mortality Among Older Adults
76	Predicting exposure-response associations of ambient particulate matter with mortality in 73 Chinese cities	Environ Pollut. 2016 Jan;208(Pt A):40-47. doi: 10.1016/j.envpol.2015.09.011.	2016		mortality
77	Neonatal blood pressure in association with prenatal air pollution exposure, traffic, and land use indicators: An ENVIRONAGE birth cohort study	Environ Int. 2019 Sep;130:104853. doi: 10.1016/j.envint.2019.05.047. Epub 2019 Jun 18.	2019	birth cohort study	
78	Residential Greenness Positively Associated with the Cortisol to DHEA Ratio among Urban-Dwelling African American Women at Risk for HIV	J Urban Health	2020		

79	Residential greenness and blood lipids in children: A longitudinal analysis in GINIplus and LISApus	Environ Res. 2016 Nov;151:168-173. doi: 10.1016/j.envres.2016.07.037. Epub 2016 Aug 2.	2016	longitudinal analysis	
80	Effect of exposure to natural environment on health inequalities: an observational population study	Lancet. 2008 Nov 8;372(9650):1655-60. doi: 10.1016/S0140-6736(08)61689-X.	2008	an observational population study	
81	Environmental public health risks in European metropolitan areas within the EURO-HEALTHY project	Sci Total Environ. 2019 Mar 25;658:1630-1639. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.12.130. Epub 2018 Dec 12.	2019		
82	Green Spaces, Land Cover, Street Trees and Hypertension in the Megacity of São Paulo	Int J Environ Res Public Health. 2020 Jan 22;17(3):725. doi: 10.3390/ijerph17030725.	2020		
83	Changing the urban design of cities for health: The superblock model	Environ Int. 2020 Jan;134:105132. doi: 10.1016/j.envint.2019.105132. Epub 2019 Sep 9.	2020		
84	Socioeconomic inequalities in urban and transport planning related exposures and mortality: A health impact assessment study for Bradford, UK	Environ Int. 2018 Dec;121(Pt 1):931-941. doi: 10.1016/j.envint.2018.10.017. Epub 2018 Oct 20.	2018		
85	Urban and Transport Planning Related Exposures and Mortality: A Health Impact Assessment for Cities	Environ Health Perspect. 2017 Jan;125(1):89-96. doi: 10.1289/EHP220. Epub 2016 Jun 27.	2017		

86	Changes in Landscape Greenness and Climatic Factors over 25 Years (1989-2013) in the USA	Remote Sens (Basel). 2017;9(3):295. doi: 10.3390/rs9030295.	2017		
87	Cardiovascular Health Issues in Inner City Populations	Can J Cardiol. 2015 Sep;31(9):1130-8. doi: 10.1016/j.cjca.2015.04.011. Epub 2015 Apr 22.	2015		
88	Air Pollution, Noise, Blue Space, and Green Space and Premature Mortality in Barcelona: A Mega Cohort	Int J Environ Res Public Health. 2018 Oct 30;15(11):2405. doi: 10.3390/ijerph15112405.	2018		
89	Residential proximity to green spaces and breast cancer risk: The multicase-control study in Spain (MCC-Spain)	Int J Hyg Environ Health. 2018 Sep;221(8):1097-1106. doi: 10.1016/j.ijheh.2018.07.014. Epub 2018 Aug 1.	2018	original	breast cancer
90	Which urban land covers/uses are associated with residents' mortality? A cross-sectional, ecological, pan-European study of 233 cities	BMJ Open. 2019 Nov 19;9(11):e033623. doi: 10.1136/bmjopen-2019-033623.	2019		
91	Exposure to Residential Greenness as a Predictor of Cause-Specific Mortality and Stroke Incidence in the Rome Longitudinal Study	Environ Health Perspect. 2019 Feb;127(2):27002. doi: 10.1289/EHP2854.	2019	Longitudinal Study	
92	Use of geographic indicators of healthcare, environment and socioeconomic factors to characterize environmental	Environ Health. 2016 Jul 22;15(1):79. doi: 10.1186/s12940-016-0163-7.	2016		

	health disparities				
93	Cross-sectional association of residential greenness exposure with activities of daily living disability among urban elderly in Shanghai	Int J Hyg Environ Health			
94	The association between neighborhood greenness and cardiovascular disease: an observational study	BMC Public Health. 2012 Jun 21;12:466. doi: 10.1186/1471-2458-12-466.	2012	observational study	
95	Associations and effect modification between transportation noise, self-reported response to noise and the wider determinants of health: A narrative synthesis of the literature	Sci Total Environ	2020		
96	Urban Green Space Is Spatially Associated with Cardiovascular Disease Occurrence in Women of Mashhad: a Spatial Analysis of Influential Factors on their Presence in Urban Green Spaces	J Urban Health. 2019 Oct;96(5):653-668. doi: 10.1007/s11524-019-00373-1.	2019		
97	Association between neighbourhood green space and biological markers in	Environ Int. 2019 Nov;132:105070. doi: 10.1016/j.envint.2019.105070. Epub 2019 Aug 3.	2019	original	

	school-aged children. Findings from the Generation XXI birth cohort				
98	Development of a measure of multiple physical environmental deprivation. After United Kingdom and New Zealand, Portugal	Eur J Public Health. 2015 Aug;25(4):610-7. doi: 10.1093/eurpub/cku242. Epub 2015 Feb 3.	2015		
99	The association between green space and cause-specific mortality in urban New Zealand: an ecological analysis of green space utility	BMC Public Health. 2010 May 11;10:240. doi: 10.1186/1471-2458-10-240.	2010		
100	Role of physical activity in the relationship between urban green space and health	Public Health. 2013 Apr;127(4):318-24. doi: 10.1016/j.puhe.2013.01.004. Epub 2013 Apr 12.	2013		
101	Green cities and health: a question of scale?	J Epidemiol Community Health. 2012 Feb;66(2):160-5. doi: 10.1136/jech.2011.137240. Epub 2011 Oct 14.	2012	ecological cross-sectional study	
102	Gender differences in relationships between urban green space and health in the United Kingdom	Soc Sci Med. 2010 Aug;71(3):568-575. doi: 10.1016/j.socscimed.2010.04.015. Epub 2010 May 12.	2010	ecological study	
103	Greenspace and Infant Mortality in Philadelphia, PA	J Urban Health. 2019 Jun;96(3):497-506. doi: 10.1007/s11524-018-00335-z.	2019		
104	Association between urban green space and the risk of cardiovascular disease: A longitudinal study in seven Korean metropolitan areas	Environ Int. 2019 Apr;125:51-57. doi: 10.1016/j.envint.2019.01.038. Epub 2019 Jan 28.	2019		

105	Demographic Inequities in Health Outcomes and Air Pollution Exposure in the Atlanta Area and its Relationship to Urban Infrastructure	J Urban Health. 2019 Apr;96(2):219-234. doi: 10.1007/s11524-018-0318-7.	2019		
106	Geographical variation in lung cancer risk associated with road traffics in Jiading District, Shanghai	Sci Total Environ. 2019 Feb 20;652:729-735. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.266. Epub 2018 Oct 22.	2019		
107	Urban Green Space Visits and Mortality Among Older Adults	Epidemiology. 2016 Sep;27(5):e34-5. doi: 10.1097/EDE.0000000000000511.	2016	prospective study	
108	Air pollution associated respiratory mortality risk alleviated by residential greenness in the Chinese Elderly Health Service Cohort	Environ Res. 2020 Apr;183:109139. doi: 10.1016/j.envres.2020.109139. Epub 2020 Jan 15.	2020		
109	Accessibility and use of urban green spaces, and cardiovascular health: findings from a Kaunas cohort study	Environ Health. 2014 Mar 19;13(1):20. doi: 10.1186/1476-069X-13-20.	2014	Kaunas cohort study	
110	Association between neighbourhood characteristics and antidepressant use at older ages: a register-based study of urban areas in three European countries	J Epidemiol Community Health. 2020 Jun 20;jech-2020-214276. doi: 10.1136/jech-2020-214276. Online ahead of print.	2020	register-based longitudinal data	
111	The Impact of Regeneration and Climate Adaptations of	Int J Environ Res Public Health. 2020 Jun 25;17(12):E4577. doi: 10.3390/ijerph17124577.	2020	A 17-Year Longitudinal Study	

	Urban Green-Blue Assets on All-Cause Mortality: A 17-Year Longitudinal Study				
11 2	More than clean air and tranquillity: Residential green is independently associated with decreasing mortality	Environ Int. 2017 Nov;108:176-184. doi: 10.1016/j.envint.2017.08.012. Epub 2017 Aug 31.	201 7		
11 3	Association of residential greenness with obesity and physical activity in a US cohort of women	Environ Res. 2018 Jan;160:372-384. doi: 10.1016/j.envres.2017.10.005. Epub 2017 Oct 20.	201 8	cohort	
11 4	A cohort study relating urban green space with mortality in Ontario, Canada	Environ Res. 2012 May;115:51-8. doi: 10.1016/j.envres.2012.03.003. Epub 2012 Apr 6.	201 2	cohort	
11 5	Neighbouring green space and mortality in community-dwelling elderly Hong Kong Chinese: a cohort study	BMJ Open. 2017 Aug 1;7(7):e015794. doi: 10.1136/bmjopen-2016-015794.	201 7		
11 6	Effects of greenspace morphology on mortality at the neighbourhood level: a cross-sectional ecological study	Lancet Planet Health. 2019 Nov;3(11):e460-e468. doi: 10.1016/S2542-5196(19)30217-7.	201 9		
11 7	Relationship of Neighborhood Greenness to Heart Disease in 249 · 405 US Medicare Beneficiaries	J Am Heart Assoc. 2019 Mar 19;8(6):e010258. doi: 10.1161/JAHA.118.010258.	201 9		
11 8	Spatial Analysis of Built Environment Risk for Respiratory Health and Its	Int J Environ Res Public Health. 2019 Apr 24;16(8):1455. doi: 10.3390/ijerph16081455.	201 9	ecological study	

	Implication for Urban Planning: A Case Study of Shanghai				
119	Correlation analysis of lung cancer and urban spatial factor: based on survey in Shanghai	J Thorac Dis. 2016 Sep;8(9):2626-2637. doi: 10.21037/jtd.2016.09.10.	2016		
120	Urban environment during early-life and blood pressure in young children	Environ Int			
121	Green space and mortality following ischemic stroke	Environ Res. 2014 Aug;133:42-8. doi: 10.1016/j.envres.2014.05.005. Epub 2014 Jun 4.	2014		
122	The influence of the built environment on adverse birth outcomes	J Neonatal Perinatal Med. 2017;10(3):233-248. doi: 10.3233/NPM-16112.	2017	review	
123	Exploring links between greenspace and sudden unexpected death: A spatial analysis	Environ Int. 2018 Apr;113:114-121. doi: 10.1016/j.envint.2018.01.021. Epub 2018 Feb 6.	2018		
124	Differences on the effect of heat waves on mortality by sociodemographic and urban landscape characteristics	J Epidemiol Community Health. 2013 Jun;67(6):519-25. doi: 10.1136/jech-2012-201899. Epub 2013 Feb 26.	2013		
125	Association Between Residential Greenness, Cardiometabolic Disorders, and Cardiovascular Disease Among Adults in China	JAMA Netw Open	2020		
126	Association Between Residential Greenness and Cardiovascular Disease Risk	J Am Heart Assoc. 2018 Dec 18;7(24):e009117. doi: 10.1161/JAHA.118.009117.	2018	original	

12 7	Do air pollution and neighborhood greenness exposures improve the predicted cardiovascular risk?	Environ Int	201 7		
12 8	The longitudinal association between natural outdoor environments and mortality in 9218 older men from Perth, Western Australia	Environ Int. 2019 Apr;125:430-436. doi: 10.1016/j.envint.2019.01.075. Epub 2019 Feb 10.	201 9		

