

総説

気温が心血管疾患に及ぼす影響について

金田朋也

恵寿総合病院 循環器内科

【要旨】

2023 年夏の世界の平均気温が 1891 年以来最高であった。気象庁は今後も長期的に 100 年あたり 0.73°C の割合で気温が上昇すると予測している。異常気温は健康に有害であり、特に高齢者に大きな影響があり、寒冷関連死亡率は減少する一方で、熱関連死亡率は増加すると予測されている。心血管疾患は気温変動の影響を受けやすく、寒冷・暑熱の暴露が死亡リスクを増加させる。寒冷により血圧が上昇し、冬季の血圧管理が特に高齢者にとって重要である。心不全は寒冷により悪化しやすく、冬季は入院率が増加し、感染症や気温変動にも注意が必要である。また心不全患者は暑熱への適応力が低下しており、暑熱環境は脱水を招きやすく、利尿薬やレニン-アンジオテンシン系阻害薬の使用は夏季において特に配慮が必要である。急性冠症候群は気温の変化で病態の機序が異なる可能性がある。心房細動も気温の変動と関連し、寒冷期に増加する傾向がある。医療者は心血管疾患の患者に対し、気温の変化に伴うリスクと適切な環境管理についての啓発を行い、温度管理を適切に行うように指導する。夏季や冬季には健康状態の確認、生活指導や薬剤調整を早めに行い、気温の変化に対応することが重要である。

Key Words : 心血管疾患, 気温, 気候変動

【はじめに】

地球温暖化が社会的な問題になっている。2023 年夏の世界の平均気温は 1891 年の統計開始以降、最高であった¹⁾。今後も長期的に 100 年あたり 0.73°C の割合で気温が上昇すると気象庁は予測している¹⁾。異常気温は健康に有害である。過去の報告では気温に起因する死亡は暑熱よりも寒冷が多い。1985 年から 2012 年までの日本を含む 13 か国 384 か所の 74,225,200 人の死亡を分析したところ、死亡の 7.71% が気温に起因し、低温が 7.29% で高温の 0.42% よりも多いことが報告されている²⁾。しかし今後温暖化が進むと、世界的に暑熱の影響が大きくなると予測されている。特に日本を含む東アジアや北欧、オーストラリアなど、これまで寒冷の影響が大きかった地域では、寒冷関連死亡率は 2010 年～2019 年の 7.4%～8.7% から 2090 年～2099 年には 3.7%～5.9% に減少する一方、熱関連死亡率は 0.3%～

0.5% から 2.5%～3.2% に緩やかに増加すると予測されている³⁾。

心血管疾患は世界で最大の死因疾患であるが⁴⁾、気温の影響を受けやすく、心血管疾患による死亡と気温の関係は U 字型であることが知られている⁵⁾。気温と心血管死亡の関係について研究した 2000 年から 2015 年における 26 研究のメタ解析では、心血管死亡リスクは寒冷曝露で 5% (リスク比 1.055)、暑熱曝露で 1.3% (リスク比 1.013) 増加していた⁶⁾。特に高齢者では寒冷曝露で 6%、暑熱曝露で 8.1% 増加し、暑熱の影響がより大きいことが明らかとなっている。気温が心血管疾患に与える影響について、血圧、心不全、急性冠症候群、不整脈の順に論じる。

【血圧への影響】

血圧は心血管疾患の重要な危険因子である。血圧は心拍出量と末梢血管抵抗の積で決まる。血圧が

115 / 75 mmHg 以上に上昇すると、直線的に心血管疾患のリスクが増加することが世界のコホート研究のメタ解析で示されている⁷⁾。我が国のコホート研究である EPOCH - JAPAN でも血压と心血管死亡の間に関連を認め、年齢が若いほど関連性が大きいことが示されている⁸⁾。本邦の高血圧治療ガイドライン2019では、正常血圧は診察室血圧で120/80 mmHg未満、家庭血圧で115 / 75 mmHg未満、高血圧は診察室血圧で140/90 mmHg以上、家庭血圧で135/85 mmHg以上と定義されている⁹⁾。2017年の本邦の高血圧患者の推計数は約4,200万人と多く、50歳代以上の男性と60歳代以上の女性の実に50%以上が高血圧である。一方、高血圧の治療を行いコントロールが良好な割合は全体の27%に過ぎず、管理が未だ十分とは言えない⁹⁾。

血圧は寒冷により上昇する⁹⁾。寒冷刺激は交感神経系を刺激し、アンジオテンシンIIが増加してノルエピネフリンを放出し、レニン-アンジオテンシン系が刺激される¹⁰⁾。これらは血管を収縮し血圧上昇に働く。本邦の多施設共同研究である HOMED - BP study では、降圧薬を内服中の1,649名の高血圧患者に対して家庭血圧の季節変動を調べた結果、夏季に比べ冬季は6.7 / 2.9 mmHg高く、1月の家庭血圧が最も高値であった¹¹⁾。また高齢男性で血圧の季節変動がより高値であった¹¹⁾。さらに冬季に血圧上昇が大きい群と、冬季より夏季に血圧が高い群は、心血管疾患のリスクが有意に高かった。加えて冬季への移行前に早めに降圧薬を調整した群では冬季の血圧コントロールが有意に改善されることが示された。一方 Hozawa らは、気温と家庭血圧の間に明確な逆相関が見られたのは気温が10°C以上の時期であり、家庭血圧が最高だったのは気温が最低の月ではなかったと報告した。また気温が10°C以上の場合、気温が1°C上昇すると収縮期血圧は0.40 mmHg、拡張期血圧は0.28 mmHg低下したと報告した¹²⁾。また外気温だけでなく室内温度も血圧管理に重要である。住宅の室内温度が居住者の健康に与える影響を調べるため、国土交通省は厚生労働省と連携してスマートウエルネス住宅等推進調査事業を行った。平均年齢57歳、住民2,902人を対象として2014年から4

年間の冬季の住宅室内温度と家庭血圧との関係を解析した¹³⁾。その結果、血圧測定時の平均室内温度は、朝が14.5°C(範囲:3.3 ~ 25.2°C)、夕が17.8°C(範囲:4.3 ~ 27.5°C)で朝が有意に低かった(P<0.001)。室内温度が10°C低下するごとに収縮期血圧が有意に上昇し、平均で朝8.2 mmHg、夕6.5 mmHg上昇した。具体的には男性では30歳で3.8 mmHg、80歳で10.2 mmHg上昇し、女性では30歳で5.3 mmHg上昇、80歳で11.6 mmHg上昇した。高齢者においては、女性の方が男性より室内温度の低下による血圧上昇が大きかった。著者の Umishio らは、高齢者は血管内皮機能が障害され環境温度に対する生理的な血管の適応力が低下していること、女性は男性より筋肉量が少なく代謝の熱産生が低下していることが要因ではないかと考察している。冬季は室内温度を暖かく保つことが、特に高齢者で血圧上昇を防ぐために重要と考えられる。

【心不全への影響】

心不全は「なんらかの心臓機能障害、すなわち、心臓に器質的および / あるいは機能的異常が生じて心ポンプ機能の代償機転が破綻した結果、呼吸困難・倦怠感や浮腫が出現し、それに伴い運動耐用量が低下する臨床症候群」と定義される¹⁴⁾。現在本邦では約120万人の心不全患者が存在し増加傾向である。本邦の死因のうち、心疾患は癌に次いで二番目に多く、心疾患の約4割が心不全である¹⁵⁾。心不全は左室駆出率(LVEF)により、40%未満に低下したHFrEFと50%以上に保たれたHFpEF、軽度低下した40 ~ 49%のHFmrEF、に大きく分けられる¹⁴⁾。心不全の原因は多様であるが、本邦の慢性心不全患者の疫学調査(JCARE - CARD)では、HFrEFの主な原因疾患は虚血性心疾患と拡張型心筋症であり、HFpEFでは高血圧性心疾患であった¹⁶⁾。これまでHFrEFが多かったが、最近ではHFpEFの患者が増加し、特に高齢者に多い傾向がある。心不全の入院と死亡は冬季に多く、特に高齢者でその傾向が強いことが知られている¹⁷⁾。東京CCUネットワークデータベースによる2015年から2年間の急性心不全の入院患者のデータによれば、気温の低下は急性心

不全の入院率の増加と有意に関連し、HFpEF, HFmrEF, HFrEF の順に入院率が高いことが示された (−1°Cあたり 3.5% vs. 2.8% vs. 1.5%, $P < 0.001$)¹⁸⁾。また気温の低下で高血圧患者の入院が著明に増加し、収縮期血圧に媒介効果があることが認められた。寒冷による血圧上昇で左室後負荷の不適合が生じることが心不全増悪の要因と考えられる。HFpEF は、左室拡張機能障害に加えて、冠動脈の微小血管障害や全身の血管内皮機能障害を伴う血管硬化が主な病態である¹⁹⁾。本邦の HFpEF の降圧目標はエビデンスが十分ではないが収縮期血圧 130 mmHg 未満とされている⁹⁾。また HFrEF は心拍出量が低下し血圧が低い症例も多いが、収縮期血圧 110 ~ 130 mmHg を管理の目安としている⁹⁾。高血圧を合併した心不全では冬季に厳格な血圧管理が求められる。また気温の日内変動が大きい日に心不全の入院が多いとの報告もあり²⁰⁾、気温が急激に低下する場合には注意が必要である。さらに心不全の入院が冬に増加したうちの約 5 分の 1 は呼吸器疾患に起因したとの報告がある²¹⁾。冬季はインフルエンザウイルスなどの呼吸器感染症への注意が重要である。合計 82,354 人の心不全患者を対象としたインフルエンザワクチン接種の予防効果についての研究のメタ解析では²²⁾、インフルエンザワクチンを接種した心不全患者の全死亡リスクは、非接種患者と比較して 31% 低く、非インフルエンザシーズンと比較してインフルエンザシーズンにおいてより効果が大きかった (ハザード比はそれぞれ 0.49 vs 0.79)。また統計学的な有意差はなかったものの、インフルエンザワクチン接種により心不全入院が減少していた。ワクチン接種を励行し、マスクや手洗いなどの基本的な感染対策を行うことが、冬季の心不全悪化の予防に重要である。

このように心不全は寒冷により悪化しやすいが、夏季にも暑熱で心不全が悪化することが報告されている。1979 年から 2019 年までの 5 大陸 27 ヶ国 567 都市における 32,154,935 例の心血管死亡例を対象として、心血管死亡に対する異常気温の影響を調査した大規模データベース研究の結果では²³⁾、心血管疾患の中で猛暑 (97.5 パーセントイル以上) の影響を

最も受けた疾患が心不全であった。猛暑による心不全死亡 1,000 例に対して 2.6 例の超過死亡が認められた。暑熱に暴露し体温が上昇すると、熱の放出を促すために皮膚血管の拡張と内臓血管の収縮によって皮膚血流が増加する。しかし発汗が増加して脱水が進み、全身の循環血液量が減少すると、交感神経系が活性化され、心拍数や酸素消費量が増加して心負荷が増加する。さらに血液濃縮や凝固亢進を引き起こし、血栓症や心筋虚血、酸素の需要と供給のミスマッチが起こると考えられる²⁴⁾。なお適度に身体を温めることは心不全に対してむしろ有益である。例えば心不全の治療法として和温療法がある。これは「心身を和ませる温度で全身を 15 分間均等加温室で保温し、深部体温を約 1.0 ~ 1.2°C 上昇させた後、さらに 30 分間の安静保温で和温効果を持続させ、終了時に発汗に見合う水分を補給する治療法」と定義される²⁵⁾。この治療は、末梢血管拡張作用により心臓に対する前・後負荷が減少して心拍出量が増加し心不全の血行動態が改善するだけでなく、血管内皮機能が改善し、閉塞性動脈硬化症にも有効である²⁵⁾。問題なのは暴露する熱量が多く冷却や補水をしないで体内の熱が過剰になり脱水が進行してしまう状況である。心機能低下や動脈硬化がある患者は循環維持や熱放出が障害されやすい。慢性心不全の患者では、発汗機能は保たれているものの、皮膚の血管拡張反応が低下していることが報告されている²⁶⁾。心不全患者では暑熱環境への適応力が低下していることに注意が必要である。また心血管疾患に対して使用される利尿薬やレニン-アンジオテンシン系阻害薬は、暑熱環境により脱水、電解質異常、急性腎障害のリスクを高めるため、夏季においては使用に注意が必要である。また本邦で梅雨明け後 1 ヶ月間に心血管疾患の発症リスクが高齢者で高いことも報告されている²⁷⁾。著者の Fujimoto らは、梅雨明け後の 1 ヶ月間は暑熱順化が十分にされず、屋内で過ごしていたとしても適切に冷房が使用されず、屋内で心血管疾患を発症するリスクが高い可能性があると考えしている。最近では梅雨時期から急激な気温上昇を認めることから、初夏の早い時期より暑さ対策を行う必要がある。

【急性冠症候群への影響】

急性冠症候群は冠動脈のプラーク破裂で血栓形成により冠血流が障害され、急性心筋虚血を呈する病態である。心筋の障害の程度により ST 上昇型急性心筋梗塞、非 ST 上昇型急性心筋梗塞、不安定狭心症に分けられる²⁸⁾。心筋梗塞は心筋バイオマーカーで検出された急性心筋傷害を認めるものと定義される²⁹⁾。

急性心筋梗塞の発症も心不全と同様に気温が低下する冬季に増加することが報告されている³⁰⁾。日本循環器学会の循環器疾患診療実態調査 (JROAD) による 2012 年から 3 年間の急性心筋梗塞の入院患者 87,911 人を対象とした観察研究では³¹⁾、気温および湿度の低下と、急性心筋梗塞の入院の増加に有意な相関を認めた。また入院前日の平均気温と湿度の上昇は、急性心筋梗塞の入院回数の減少と関連していた。気温の低下で、急性心筋梗塞が増加する機序は不明であるが、寒冷で冠攣縮が誘発されやすいことや³²⁾、血小板、フィブリンゲン活性の上昇が報告されている³³⁾。また冬季には心血管疾患の危険因子である脂質や糖尿病のコントロールも悪化しやすい。本邦の 2 型糖尿病患者 4,678 例の HbA1c、血圧、LDL コレステロールのコントロール達成率を調査した研究³⁴⁾では、冬季に最も達成率が低かった(全達成率、夏季 15.6%、冬季 9.6% ; HbA1c、53.1%、48.9% ; 収縮期血圧、56.6%、40.9% ; LDL コレステロール、50.8%、47.2%)。さらに冬季では、年齢 65 歳以上は収縮期血圧のコントロール達成率低下と、BMI 25 kg/m² 以上、糖尿病罹病期間 10 年以上は HbA1c の達成率低下と独立して関連していた。冬季には身体活動量の低下や交感神経活動の亢進、食事量の増加をきたしやすい³⁴⁾。冬季には食事や運動などの生活習慣を一度見直し、生活指導、薬物治療の強化を考慮する必要がある。特に運動は心血管疾患の予防に重要であり、適切な運動療法により HDL の増加や中性脂肪の低下、肥満の是正、自律神経機能や血管内皮機能の改善効果が期待できる³⁵⁾。安定狭心症において日常活動量の増加は、全死亡・心血管疾患死亡率の低下に関連していたとされる³⁵⁾。ただし気温変化の影響を避けるため心血管疾患患者は屋内の適

温下で運動を行うことが望ましい。

急性冠症候群の発症要因について冠動脈の責任病変の病態は、多い順にプラーク破裂、プラークびらん、石灰化結節といわれている。Kurihara らは日本を中心とした 6 か国による多施設研究を行い、急性冠症候群の患者 1,113 人を対象に冠動脈の責任病変を光干渉断層法を用いて評価した³⁶⁾。その結果、夏季と比較して冬季はプラーク破裂が有意に増加し、プラーク破裂の患者は高血圧の有病率が有意に高いと報告した。プラーク破裂はプラークの中心の脂質コアを覆う線維性被膜が破れて脂質コアと血液が接し、フィブリンを多く含む血栓が形成されることにより生じる³⁷⁾。血圧上昇による物理的な刺激がプラークの線維性被膜を裂き、プラーク破綻の引き金となることが機序として考えられる³⁶⁾。一方プラークびらんは夏季と比較して冬季に有意に減少していた。プラークびらんはプラーク破綻が脂質コアに達しない線維性被膜の浅い傷害で、血小板を多く含む血栓を生じるが、詳しい機序は不明である³⁷⁾。夏季の高温による血液濃縮で血液粘度が上昇し、局所的な内皮シェアストレスの増加が寄与している可能性が考えられる³⁶⁾。このように気温の変化により急性冠症候群の病態の傾向が異なることは興味深い。

また 21 世紀になり暑熱が誘因となる心筋梗塞が増加していると海外から報告されている。ドイツのアウブスブルグで 1987 年から 2014 年まで 28 年間の合計 27,310 例の心筋梗塞症例に対し、気温との関係を、1987 年 ~ 2000 年と 2001 年 ~ 2014 年の 2 つの期間に分けて比較検討した³⁸⁾。その結果、心筋梗塞の発症が最小であった 18.4°C の時と比較して、猛暑 (97.5 パーセントタイル (23.5°C)) に関連した心筋梗塞の相対リスクが 1987 年 ~ 2000 年の 0.93 から 2001 年 ~ 2014 年の 1.14 へと有意に増加し、糖尿病や脂質異常症の患者でその傾向が著しかった。また高温や熱波の暴露と心血管疾患の転帰についての研究のメタ解析では、高温や熱波で気温が 1°C 上昇すると、心血管疾患の関連死亡率は 2.1% 増加し、不整脈、心停止、冠動脈性心疾患による罹患率が有意に増加したと報告している³⁹⁾。

【不整脈への影響】

心房細動と季節変動の関係を調べた 15 の研究を対象としたシステマティックレビュー⁴⁰⁾では、発作性心房細動の発作は冬季に増加し、夏季に減少していたと報告している。気温および気圧と心房細動発作の発生との間には逆相関があり、日照時間とも逆相関があった。心房細動に関連する脳卒中も、冬季に最も多く、夏季に最も少なかった。心房細動による入院死亡率は冬季に最も高かったが、心房による心負荷や呼吸器感染症の増加が心房細動の誘因となっている可能性が考えられる。虚血性心疾患などの器質的心疾患に合併する心室頻拍や心室細動の心室性不整脈も冬季に増加したとの報告がある⁴¹⁾。

【予防】

このように気温が心血管疾患に影響を与えることは確かである。では医療従事者は患者に対して何ができるだろうか？一つは寒冷や暑熱環境が心血管疾患に有害であることを患者に教育し回避するように啓発することである。2018年に世界保健機関(WHO)は高齢者における血圧上昇の影響等を考慮し、室内温度を 18°C以上にすることを勧告した⁴²⁾。特に小児や高齢者にはさらに暖かくすることを勧告している。これを踏まえて本邦では建築物衛生法に規定される建築物環境衛生管理基準の居室の空気環境の気温の基準値が令和3年に改正され、従来の「17度以上28度以下」の努力義務が、「18度以上28度以下」に改められた⁴³⁾。一般的に日本の家屋は夏に暑く、冬に寒いと言われる。スマートウエルネス住宅等推進調査事業で2014年から5年間実施した「断熱改修等による居住者の健康への影響調査」のデータでは、断熱改修前の住宅の居間の平均室温が18°Cに届かない住宅が全体の6割、寝室と脱衣所は9割存在したと報告している⁴⁴⁾。さらに断熱改修を行うことにより、居住者の起床時最高血圧が平均3.1 mmHg、最低血圧が平均2.1 mmHg低下した⁴⁴⁾。このように住宅環境を整備して改善することも一つの方法である。心不全をはじめとする心血管疾患患者は高齢化と独居化が進んでいる。脳血管疾患などによる認知機能障害やADL低下、サルコペニア、フレイルなど

併存疾患が多く、自分の判断で室内温度を常に適正に保つことには限界がある。介護サービスを積極的に利用するなど、他者が患者の日常の生活環境を把握し、適温で過ごせるように努めることが重要である。将来は家庭の室内温度が患者の健康状態に合わせて患者の指示がなくても自動で適正に調節される住宅設備が可能になると理想的である。また医療者は夏季や冬季の気温の上昇低下が大きい時期には早めに患者の血圧や体液量など健康状態をチェックし、心不全や腎機能など内臓機能に悪化の徴候を認めれば、薬剤調整、食事水分量の指導など早めの対応を心がけることが重要である。なお、心血管疾患に影響を与える環境因子として、気温以外に湿度や気圧、風、天候などもあるが、今回検討を行っていない。

【おわりに】

冬季の寒冷により心血管疾患の発症が増えるだけでなく、猛暑によっても心筋梗塞の発症や心不全死亡が増加する。気温が心血管疾患に作用する根本の機序として、寒冷時は血圧上昇、暑熱時は脱水がある。気候変動による心血管疾患の発症悪化を予防するために、特に冬季や夏季には患者の居住環境を整え、健康状態を確認し、生活指導や薬剤調整を早期に行うことが重要である。

【文献】

- 1) 気象庁 世界の季節平均気温 https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/sum_wld.html (2023年12月8日閲覧)
- 2) Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, et al.: Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study. *Lancet* 386: 464-465, 2015.
- 3) Gasparrini A, Guo Y, Sera F, et al.: Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *Lancet Planet Health* 1:e360-e367, 2017. DOI: 10.1016/S2542-5196(17)30156-0
- 4) 急性・慢性心不全診療ガイドライン(2017年改訂版) 日本循環器学会 / 日本心不全学会

- 5) Ejike C, Wang L, Liu M, et al.: Personal-level exposure to environmental temperature is a superior predictor of endothelial-dependent vasodilatation than outdoor-ambient level. *J Am Soc Hypertens* 11: 746-753, 2017.
- 6) Moghadamnia MT, Ardalan A, Mesdaghinia A, et al.: Ambient temperature and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ* 5: e3574, 2017. DOI: 10.7717/peerj.3574
- 7) Prospective Studies Collaboration: Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies. *Lancet* 360:1903-1913, 2002.
- 8) Fujiiyoshi A, Ohkubo T, Miura K, et al.: Observational Cohorts in Japan (EPOCH-JAPAN) Research Group Blood pressure categories and long-term risk of cardiovascular disease according to age group in Japanese men and women. *Hypertens Res* 35: 947-53, 2012.
- 9) 高血圧治療ガイドライン 2019 日本高血圧学会
- 10) Zhang X, Zhang S, Wang C, et al.: Effects of moderate strength cold air exposure on blood pressure and biochemical indicators among cardiovascular and cerebrovascular patients. *Int J Environ Res Public Health* 11: 2472-87, 2014.
- 11) Hanazawa T, Asayama K, Watabe D, et al.: Seasonal variation in self-measured home blood pressure among patients on antihypertensive medications: HOMED-BP study. *Hypertens Res* 40: 284-290, 2017.
- 12) Hozawa A, Kuriyama S, Shimazu T, et al.: Seasonal variation in home blood pressure measurements and relation to outside temperature in Japan. *Clin Exp Hypertens* 33: 153-158, 2011.
- 13) Umishio W, Ikaga T, Kario K, et al.: Cross-sectional analysis of the relationship between home blood pressure and indoor temperature in winter: a nationwide smart wellness housing survey in Japan. *Hypertension*. 74: 756-766, 2019.
- 14) 急性・慢性心不全診療ガイドライン (2017年改訂版) 日本循環器学会 / 日本心不全学会合同ガイドライン
- 15) 厚生労働省 令和2年(2020)人口動態統計(確定数)の概況
https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei/20/dl/11_h7.pdf (2023年12月8日閲覧)
- 16) Tsuchihashi-Makaya M, Hamaguchi S, Kinugawa S, et al.: Characteristics and outcomes of hospitalized patients with heart failure and reduced vs preserved ejection fraction: Report from the Japanese Cardiac Registry of Heart Failure in Cardiology (JCARE-CARD). *Circ J* 73: 1893-1900, 2009.
- 17) Boulay F, Berthier F, Sisteron O, et al.: Seasonal variation in chronic heart failure hospitalizations and mortality in France. *Circulation*. 100: 280-286, 1999.
- 18) Jimba T, Kohsaka S, Yamasaki M, et al.: Association of ambient temperature and acute heart failure with preserved and reduced ejection fraction. *ESC Heart Fail*. 9: 2899-2908, 2022.
- 19) Shah SJ, Lam CSP, Svedlund S, et al.: Prevalence and correlates of coronary microvascular dysfunction in heart failure with preserved ejection fraction: PROMIS-HFpEF. *Eur Heart J* 39: 3439-3450, 2018.
- 20) Qiu H, Yu IT, Tse LA, et al.: Is greater temperature change within a day associated with increased emergency hospital admissions for heart failure? *Circ Heart Fail* 6: 930-935, 2013.
- 21) Stewart S, McIntyre K, Capewell S, et al.: Heart failure in a cold climate. Seasonal variation in heart failure-related morbidity and mortality. *J Am Coll Cardiol* 39: 760-766, 2002.
- 22) Poudel S, Shehadeh F, Zacharioudakis IM, et al.: The effect of influenza vaccination on mortality and risk of hospitalization in patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Open Forum Infect Dis* 6: ofz159, 2019.
- 23) Alahmad B, Khraishah H, Royé D, et al.: Associations Between Extreme Temperatures and Cardiovascular Cause-Specific Mortality: Results From 27 Countries. *Circulation* 147: 35-46, 2023.
- 24) Marchand M, Gin K: The cardiovascular system in heat stroke. *CJC Open* 4: 158-163, 2021.

- 25) 鄭忠和, 池田義之: 循環制御の新たな治療—和温療法—. 循環制御 30: 157-164, 2009.
- 26) Cui J, Arbab-Zadeh A, Prasad A, et al.: Effects of heat stress on thermoregulatory responses in congestive heart failure patients. *Circulation* 112: 2286-2292, 2005.
- 27) Fujimoto R, Suzuki E, Kashima S, et al.: Heat exposure following the rainy season is associated with an increased risk of cardiovascular emergency among the elderly in Japan. *J. Am. Heart Assoc.* 12: e027046, 2023. DOI: 10.1161/JAHA.122.027046
- 28) 急性冠症候群ガイドライン (2018年改訂版) 日本循環器学会
- 29) Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, et al.: Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018). *Circulation* 138: e618-e651, 2018. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000617
- 30) Claeyss MJ, Coenen S, Colpaert C, et al.: Environmental triggers of acute myocardial infarction: Results of a nationwide multiple-factorial population study. *Acta Cardiol* 70: 693-701, 2015.
- 31) Higuma T, Yoneyama K, Nakai M, et al.: Effects of temperature and humidity on acute myocardial infarction hospitalization in a super-aging society. *Sci Rep* 11: 1-10, 2021.
- 32) Nitenberg A, Chemla D, Antony I: Epicardial coronary artery constriction to cold pressor test is predictive of cardiovascular events in hypertensive patients with angiographically normal coronary arteries and without other major coronary risk factor. *Atherosclerosis* 173: 115-12, 2004.
- 33) Neild PJ, Syndercombe-Court D, Keatinge WR, et al.: Cold-induced increases in erythrocyte count, plasma cholesterol and plasma fibrinogen of elderly people without a comparable rise in protein C or factor X. *Clin Sci (lond)* 86: 43-48, 1994.
- 34) Sakamoto M, Matsutani D, Minato S, et al.: Seasonal variations in the achievement of guideline targets for HbA1c, blood pressure, and cholesterol among patients with type 2 diabetes: a nationwide population-based study (ABC study: JDDM49) *Diabetes Care.* 42: 816-823, 2019.
- 35) 心血管疾患におけるリハビリテーションに関するガイドライン (2021年改訂版) 日本循環器学会 / 日本心臓リハビリテーション学会合同ガイドライン
- 36) Kurihara O, Takano M, Yamamoto E, et al.: Seasonal variations in the pathogenesis of acute coronary syndromes. *J Am Heart Assoc* 9: e015579, 2020. DOI: 10.1161/JAHA.119.015579
- 37) 浅田祐士郎: 病理からみた危険なプラーク. *心臓* 37: 112-116, 2005.
- 38) Chen K, Breitner S, Wolf K, et al.: Temporal variations in the triggering of myocardial infarction by air temperature in Augsburg, Germany, 1987-2014. *Eur Heart J* 40: 1600-1608, 2019.
- 39) Liu J, Varghese BM, Hansen A, et al.: Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Planetary Health* 6: e484-e495, 2022. DOI: 10.1016/S2542-5196(22)00117-6
- 40) Loomba RS: Seasonal variation in paroxysmal atrial fibrillation: a systematic review. *J Atr Fibrillation.* 7: 1201, 2015.
- 41) Anand K, Aryana A, Cloutier D, et al.: Circadian, daily, and seasonal distributions of ventricular tachyarrhythmias in patients with implantable cardioverter-defibrillators. *Am J Cardiol.* 100: 1134-8, 2007.
- 42) 「WHO Housing and health guidelines」(WHO, 2018) <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550376> (2023年12月8日閲覧)
- 43) 建築物環境衛生管理基準について | 厚生労働省 <https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei10/> (2023年12月8日閲覧)
- 44) 伊香賀俊治: 夏季・冬季の室内環境の調整で配慮すべきポイント. *コミュニティケア* 22: 58-62, 2020.