身体活動とがんの発症、がんの死亡率および総死亡率との関連

：文献レビュー

The associations of physical activities with cancer incidence, cancer mortality and all-cause mortality

：Review

青　木　邦　男

（山口県立大学　名誉教授）

Abstract

The aim of this review was to systematically evaluate available evidence on associations of physical activities with cancer incidence, cancer mortality and all-cause mortality. In order to review studies, studies from 2008 to 2021 were identified by searching the electronic database PubMed, Google Scholar, Medline.

The main results of reviewing the studies are as follows :

1）Physical activities were associated with reduced incidence of several cancers, total cancer mortality and all-cause mortality. Combined physical activities and aerobic activities may provide a greater reduction in total cancer mortality and all-cause mortality.

2）This review supports that physical activity recommendations from WHO reduce incidence of several cancers, total cancer mortality, all-cause mortality. WHO guidelines on physical activity are (1)adults should do at least 150–300 minutes of moderate-intensity aerobic physical activity; or at least 75–150 minutes of vigorous intensity aerobic physical activity;or an equivalent combination of moderate- and vigorous-intensity activity throughout the week, (2)adults should also do muscle strengthening activities at moderate or greater intensity that involve all major muscle groups on 2 or more days a week.

Physical activities confer benefits for the health outcomes. It is recommended that all adults should undertake regular physical activities.

1．はじめに

運動やスポーツ等の身体活動を適切な運動強度や実施時間・頻度で実施することによって、健康・体力の保持増進が図られることは周知の事実である。また、生活習慣病の発症予防や疾病の改善・回復あるいは介護予防等での主要な療法の一つとして、運動療法の有用性が各種疾患のガイドラインに多くのエビデンスに基づいて明示され、運動のプログラムが広く実施されている[1－3)ほか]。こうした、運動やスポーツ等の身体活動が健康・体力の保持増進、疾病の発症予防、有疾患の治療・改善やリハビリテーション等に持つ効用と機能を象徴して「運動は薬である（Exercise is Medicine：EIM)」と

いう名辞が広まりつつある。

「運動は薬である（EIM)」は米国のアメリカスポーツ医学会（ACSM：American College of Sports Medicine）とアメリカ医師会（AMA：American Medical Association）が2007年に共同で開始した身体活動療法の普及プロジェクトであり、世界の40カ国以上でEIMプロジェクトが実施されている（EIMホームページ)[4]。我が国では2018年に日本臨床運動療法学会の下部組織として、“Exercise is Medicine（EIM）Japan”が設立されて、活動が開始されている。EIMの使命はエビデンスに基づく身体活動の効力を健康管理に適用させることで、臨床ケアでの身体活動の評価と推進の基準を作成することである。そして、運動の医学的効果や安全かつ効果的な運動処方・プログラム作成方法を、医師、健康体力づくり関係者、行政などに啓蒙し、運動療法および身体活動増進の介入を日本の医療システムの中に統合することを目標に掲げている。ここには、“運動こそは医療そのものである”と標榜・啓蒙されている（EIM Japan)[5]。

また、日本医師会の運動・健康スポーツ医学委員会は令和２年２月に「運動による健康増進・健康寿命延伸のための具体的方策」[6] を答申して、健康増進・健康寿命延伸に対して運動・身体活動の果たす効果は大きいことと効果を達成するための具体的方策を提示している。

運動が医療そのものである、あるいは治療の一環であると認知されるには、運動の治療効果が明確でなければならないが、運動の医療効果については生活習慣病などの様々な疾病に対する各治療ガイドラインにおいて多くのエビデンスに基づき明示されている。例えば、我が国で罹患者の多い高血圧症では、「高血圧治療ガイドライン（2019年版)」[1] に、運動降圧療法として、具体的な運動の処方とその降圧効果が示されている。また、糖尿病では、「糖尿病診断ガイドライン（2019年版)」[2] に、運動療法は２型糖尿病の治療の一つとして重要であると明示して、具体的な運動の処方とその効果が記載されている。したがって、運動が治療の一環であることは多言を要しないと言えよう。

ところで、運動・スポーツ等の身体活動が病気の予防や回復・改善効果によって、健康を回復させ、維持せることは死亡率を低減させることを推測させる。そこで、身体活動ががん死亡率や総死亡率の低減に及ぼす効果について、最近の調査研究（主に観察研究：コホート研究）のシステマティック・レビューとメタ・アナリシス論文を中心にレビューして要約することとする。

２．方　法

まず、研究論文のエビデンスが高いと評価されるシステマティック・レビューとメタ・アナリシス（以下、メタ分析）論文を選出することとして、身体活動と死亡率に関する先行研究論文を検索した。検索キーワードを“Mortality（死亡率)”“Cancer mortality（がん死亡率)”“Cancer incidence（がん発症)”と“Physical activity（身体活動)”“Exercise（運動)”“Sport（スポーツ)”と“Systematic Review（システマチィック・レビュー)”“Meta-Analysis（メタ・アナリシス)”として、文献検査システムである PubMed、Google Scholar、Medline で検索した。検索した論文から主に過去10年間の間に発表された論文を中心にレビューして要約した。

表１a．身体活動とがん発症及びがん死亡率との関連に関する論文概要（その１）

著者 （報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Manami Inoue et al. （2008）.[8]	コホート研究	調査対象者：79,771 人 年齢範囲（45-74 歳） 追跡年数：6-9 年 がん罹患者：4,334 人（男性：2704 人、女性：1,630 人）	日常の身体活動量の水準を四分位数（1.低い～ 4.高い）に分け、1.を基準とし、がん罹患リスクに対する HR を算出した。男性では、身体活動が「2.やや低い」で HR ＝ 1.00、「3.やや高い」で HR ＝ 0.96、「4.高い」で HR ＝ 0.87 であった。女性では、身体活動が「2.やや低い」で HR ＝ 0.93、「3.やや高い」で HR ＝ 0.84、「4.高い」で HR ＝ 0.84 であった。また、習慣化されているレジャー時間でのスポーツや日常での身体活動実施は男性の結腸がん、肝臓がん、膵臓がんと女性の胃がんのリスクをより低減させる。
Tingting Li et al. （2016）[9]	71 コホート研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者： 一般：3,985,164 人（がん死：66,995 人） がん罹患者：69,011 人（死者：9,516 人）	最も身体活動を実施している人々のがん死亡率に対する HR は一般集団で 0.83、がん罹患集団で 0.78 であった。身体活動効果とがん死亡率の間には逆の非線形的な用量反応の関係があった。一般集団では最少限 2.5 時間/週の中強度の身体活動実施ががん死亡率を 13 %低減させる。がん罹患集団では 15MET 時間/週の身体活動実施ががん死亡率を 27 %低減させる。
Steven C. Moore et al. （2016）[10]	12 コホート研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：1,440,000 人 年齢（中央値）：59 歳 がん罹患者：186,932 人	レジャー時間での身体活動実施程度（高対低：＜ 90 パーセンタイル対 10 パーセンタイル＞）と 26 のがんの発症との関連を調べた。レジャー時間での身体活動実施程度において、高は低に対して 13 のがんの発症リスク低減と関連していた。それら 13 のがんと HR は食道線がん 0.58、肝臓がん 0.73、肺がん 0.74、腎臓がん 0.77、胃噴門がん 0.78、子宮内膜がん 0.79、骨髄性白血病 0.80、骨髄症 0.83、結腸がん 0.84、頭頸部がん 0.85、直腸がん 0.87、膀胱がん 0.87、乳がん 0.90 であった。一方、レジャー時間での身体活動実施程度は悪性黒色腫（HR ＝ 1.27）と前立腺がん（HR ＝ 1.05）のリスクを高める。BMI で調整するといくらかのがんのリスク低減をわずかに低下させる。
Masamitsu Kamada et al. （2017）[11]	コホート研究	調査対象者：女性 28,879 人 平均年齢：62.2 歳 追跡年数（平均値）：12.0 年 死者：3055 人 内）循環器疾患死：411 人、がん死：748 人	エアロビック運動を含めた筋力トレーニングの実施時間を 5 カテゴリー（週当たりで 0、1-15 分、20-59 分、60-149 分、150 分以上）に分け、総死亡率に対する HR を算出した。0 分／週を基準の 1 とした場合、1-15 分/週で HR ＝ 0.73、20-59 分/週で HR ＝ 0.71、60-149/週で HR ＝ 0.81、150 分以上/週で HR ＝ 1.10 であった。有意な関連性は循環器疾患死では見出されたが、がん死では見出されなかった。総死亡率とは J 型の非線形的な関連が見出された。

＊ HR： ハザード比（Hazard Ratio）、MET： メッツ（Metabolic Equivalent）、BMI：体格指数（Body Mass Index）

表１b．身体活動とがん発症及びがん死亡率との関連に関する論文概要（その２）

著者 （報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Christine M Friedenreich et al. (2019)[12]	136 研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：4,381,731 人 （死者：145,722 人）	診断前（prediagnosis）と診断後（postdiagnosis）における高水準の身体活動量と低水準の身体活動量を比較して、がん死亡率に対する HR を算出した。高水準の身体活動量は低水準の身体活動量に対して、診断前では HR ＝ 0.82 で、診断後では HR ＝ 0.62 であった。乳がんと結腸直腸がんでは、診断後が HR ＝ 0.58-0.63 で診断前の HR ＝ 0.80-0.86 より低減率が高い。高水準の身体活動量は少なくとも 11 のがんにおいて、診断前と診断後の生存を改善する。
Wilson Nascimento et al. (2021)[13]	11 コホート研究と１症例対照研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：1,297,620 人 （死者：31,939 人） 追跡年数：6-25 年	筋力強化のトレーニング活動を高水準と低水準に分けて、がんの発生率と死亡率との関連を調査した。高水準は低水準に比べて、腎臓がんの発症を 26 %（HR ＝ 0.74）低減させていた。他の 12 のがんの発症率とは有意な関連は見出せなかった。高水準は低水準に比べて、がん死亡率を低減（HR ＝ 0.87）していた。筋力強化のトレーニング活動を 2 回以上/週実施は 2 回未満/週実施に比べて、がん死亡率の HR ＝ 0.81 であった。また、1-59 分/週実施はまったく実施しないことと比べて、全がん死亡率の HR ＝ 0.91、60 分以上/週実施はまったく実施しないことと比べて、がん死亡率の HR ＝ 0.98 であった。筋力強化のトレーニングとエアロビクス運動を組み合わせて実施するとがん死亡率を 28 %（HR ＝ 0.72）低減させる。

＊ HR：ハザード比（Hazard Ratio）

３．身体活動とがんの発症率およびがんの死亡率との関連

国立がん研究センターが公表しているがん統計によれば（2021.8.3.）[7]、2018年に新たに診断された悪性新生物（以下、がん）は980,856例（男性558,874例、女性421,964例）、2019年にがんで死亡した人は376,425人（男性220,339人、女性156,086人）である。日本人が一生のうちにがんと診断される確率は（2018年データに基づくと）男性65.0%（２人に１人）、女性50.2%（２人に１人）であり、がんで死亡する確率（累積死亡リスク）は（2019年のデータに基づくと）男性26.7%（４人に１人）、女性17.8%（６人に１人）である。がんは1981年以来、日本人の死因の第１位を占めている。したがって、がんに対する対策は極めて重要な課題である。

適切な身体活動はがん患者の生理学的機能の改善、心理的効果、がんの再発のリスクの低下、生活の質の向上などの有益な効果が得られるとして、適切な身体活動の実施が推奨されている。

では、身体活動はがんの発症率やがんの死亡率に有益な効果を及ぼすのであろうか。身体活動とがんの発症率およびがんの死亡率との関連について、先行研究をレビューして要約する。レビューした論文の一端を表１a、b[8－13]に示す。

先ずはじめに日本における大規模なコホート研究を見てみる。Inoueら[8]1995－1999年に質問紙法に回答した日本人の男女計79,771人（45-74歳）を2004年まで追跡調査して、がん発症と身体活動の関連を報告している。追跡期間中に4,334症例のがんが発症していた。日常の身体活動量の水準を四分位数（1.低い～4.高い）に分け、「1.低い」を基準とし、がん罹患リスクに対するハザードリスク（Hazard Risk、以下HR）を算出した。男性では、身体活動が「2.やや低い」でHR＝1.00、「3.やや高い」でHR＝0.96、「4.高い」でHR＝0.87であった。女性では、身体活動量が「2.やや低い」でHR＝0.93、「3.やや高い」でHR＝0.84、「4.高い」でHR＝0.84であった。また、習慣化されているレジャー時間でのスポーツ活動や日常での身体活動実施は男性の結腸がん、肝臓がん、膵臓がんと女性の胃がんのリスクをより低減させる。したがって、身体活動を増大させることはがん予防に有益であると結論づけている。

Tingtingら[9]一般成人とがん罹患患者における身体活動とがん死亡率との関連を調査したコホート研究71論文（～2014年まで）をシステマティック・レビューしメタ分析している。最も身体活動を実施している人々のがん死亡率に対するHRは一般集団で0.83、がん罹患集団で0.78であった。身体活動効果とがん死亡率の間には逆の非線形的な用量反応の関係があった。一般集団では最少限2.5時間／週の中強度の身体活動実施はがん死亡率を13%低減させる。がん罹患集団では15MET時間／週の身体活動実施はがん死亡率を27%低減させる。分析結果からWHO（世界保健機関：World Health Organization、以下WHO）が目下、推奨している身体活動は一般人集団とがん患者集団の両方においてがん死亡率を低減させると論じている。

Steven らは[10]12コホート集団のがん患者186,932人を含めた1,440,000人（中央値年齢：59歳）について、レジャー時間での身体活動と26のがん発症との関連を調べ、メタ分析をしている。分析ではレジャー時間での身体活動実施程度（高対低：＜90パーセンタイル対10パーセンタイル＞）と26のがんの発症との関連を明らかにしている。レジャー時間での身体活動実施程度において、高は低に対し

て13のがんの発症リスク低減と関連していた。それら13のがんとHRは食道線がん0.58、肝臓がん0.73、肺がん0.74、腎臓がん0.77、胃噴門がん0.78、子宮内膜がん0.79、骨髄性白血病0.80、骨髄症0.83、結腸がん0.84、頭頸部がん0.85、直腸がん0.87、膀胱がん0.87、乳がん0.90である。一方、レジャー時間での身体活動実施程度は悪性黒色腫（HR＝1.27）と前立腺がん（HR＝1.05）のリスクを高めていた。BMI（Body Mass Index、体格指数）で調整するといくらかのがんのリスク低減をわずかに低下させる。分析結果から、レジャー時間での身体活動は多くのがんのリスクを低減すると言及している。

Wilsonらは[13]、がん発症およびがん死亡率と筋力強化トレーニングとの関連について、11コホート研究と１症例対照研究をシステマティック・レビューとメタ分析をしている。分析した調査対象者はがん症例32,196、がん死者31,939人を含めて1,297,620人で、追跡期間は6-25年である。筋力強化のトレーニング活動を高水準と低水準に分けて、がんの発生率と死亡率との関連を分析した結果、高水準は低水準に比べて、肝臓がんの発症を26％（HR＝0.74）低減させていた。他の12のがんの発症率とは有意な関連は見出せなかった。高水準は低水準に比べて、がん死亡率を低減（HR＝0.87）していた。筋力強化のトレーニング活動を2回以上/週実施は2回未満/週実施に比べて、がん死亡率はHR＝0.81であった。また、1-59分/週実施及び60分以上/週実施はまったく実施しないことと比べて、全がん死亡率はHR＝0.91及びHR＝0.98であった。筋力強化のトレーニングとエアロビクス運動を組み合わせて実施すると全がん死亡率を28％（HR＝0.72）低減させていた。分析結果から、筋力強化のトレーニング活動は肝臓がんの発症と全がん死亡率を低減させる。また、筋力強化のトレーニングとエアロビクス運動を組み合わせて実施することが全がん死亡率ををさらに低減させると論じている。

こうした論文も含めて、コホート研究や症例研究等[8-16]のシステマテック・レビューとメタ分析を要約すると、運動・スポーツ活動を含めた日常生活の身体活動はがん発症やがん死亡率を低減させると言えよう。ただし、現下の先行研究結果からはいくつかのがんについて、身体活動はがん発症やがん死亡率を低減させると言える。アメリカスポーツ医学会とアメリカ合衆国保健福祉省[17]が、中～高強度の運動が８つのがん（乳がん、大腸がん、肺がん、子宮内膜がん、食道がん、腎臓がん、膀胱がん、胃がん）のリスク低減と関連する強いエビデンスはあるが、他のがんに対するリスクについては明確でないと論じている。したがつて、身体活動と他のがんの発症率や死亡率との関連を明らかにするために、長期の追跡期間による前向きコホート研究が待たれる。

４．身体活動と総死亡率との関連

次に、運動・スポーツ等の身体活動と総死亡率との関連について、先行研究をレビューして要約する。レビューした論文の一端を表２a、b[18-25]に示す。

先ずはじめに日本における大規模なコホート研究を見てみる。Hayasakiらは[18] 1992－1995年にデータを収集した10,831人（男4,222人、女6,609人）を平均11.9年間追跡調査して、身体活動と総死亡率との関連を分析して報告している。身体活動の水準を四分位数（1.低い～4.高い）に分け、年齢と地域を調整して総死亡率に対するHRを算出した。男性では、身体活動が「3.やや高い」で最も低い

表２a．身体活動と総死亡率との関連に関する論文概要（その１）

著者 （報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Shinya Hayasaki, et al. （2009）[18]	コホート研究	調査対象者：10,831 人（男性:4,222 人、女性:6,609 人） 平均年齢：男性:54.8 歳、女性:55.0 歳 追跡年数（平均値）：11.9 年	身体活動の水準を四分位数（1.低い～ 4.高い）に分け、年齢と地域を調整して総死亡率に対する HR を算出した。男性では、身体活動が「3.やや高い」で最も低い総死亡率を示し、その HR ＝ 0.59 であった。女性では身体活動が「4.高い」で最も低い総死亡率を示し、その HR ＝ 0.81 であった。研究結果から身体活動を増加させることが日本における総死亡率のリスクを低下させると論じている。
David Hupin et al. （2015）[19]	9 コホート研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：122,417 人（死者：18,122 人） 追跡年数（平均値）：9.8 ± 2.7 年	中～高の運動強度の身体活動量の水準を「活動なし」を基準に、「低（1-499 分 MET/週）」「中（500-999 分 MET/週）」「高（1000 分 MET 以上/週）」に分けて、総死亡率リスクに対する RR を算出した。低は総死亡率リスクを 22 %低減し（RR ＝ 0.78）、中は総死亡率リスクを 28 %低減し（RR ＝ 0.72）、高は総死亡率リスクを 35 %低減していた（RR ＝ 0.65）。現在推奨されている中～高の運動強度の身体活動で 150 分/週以下の身体活動量は高齢者の総死亡率リスクを 22 %まで低減できる。身体活動をさらに増すことが線形的にリスクを低減させる。
Hennah Arem et al. （2015）[20]	6 コホート研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：661,137 人（死者：116,686 人） 中央値年齢 62 歳（範囲：21 － 98 歳） 追跡年数（中央値）：14.2 年	レジャー時間での身体活動量について、7.5 時間 MET/週より少ない身体活動量は身体活動をしていない人に比べて、総死亡率リスクを 20 %（HR ＝ 0.80）減少させる。7.5 時間 MET/週の 1 から 2 倍の身体活動量では総死亡率リスクを 31 %（HR ＝ 0.69）減少、7.5 時間 MET/週の 2 から 3 倍の身体活動量では総死亡率リスクを 37 %（HR ＝ 0.63）減少させていた。そして、上限閾である 7.5 時間 MET/週の 3 から 5 倍の身体活動量では総死亡率リスクを 39 %（HR ＝ 0.61）減少させていた。研究結果から中あるいは高い運動強度の身体活動は推奨水準の最少の身体活動量で寿命の延長効果と関連する。
Emmanuel Stamatakis et al. （2018）[21]	11 コホートのシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：80,306 人（死者：5,763 人） 年齢：30 歳以上 追跡年数（平均値）：9.2 年	ジムや自重によるウエイト・トレーニングのような筋力増強運動と総死亡率、がん死亡率、循環器疾患死亡率との関連を調べた。何らかの筋力増強運動実施は総死亡率リスクに対する HR ＝ 0.77、がん死亡率リスクに対する HR ＝ 0.69 であった。2 回/週以上の筋力増強実施は総死亡率リスクに対する HR ＝ 0.79、がん死亡率リスクに対する HR ＝ 0.66 あった。中強度のエアロビクス活動を 150 分/週の実施は総死亡率リスクに対する HR ＝ 0.84、循環器疾患死亡率リスクに対する HR ＝ 0.78 であった。2 回/週以上の筋力増強と 150 分/週の中強度のエアロビクス運動の併用実施は総死亡率リスクに対する HR ＝ 0.71、がん死亡率リスクに対する HR ＝ 0.70 であった。

＊ MET：メッツ（metabolic equivalent）、RR ：リスク比（Risk Ratio）、HR： ハザード比（Hazard Ratio）

表２b．身体活動と総死亡率との関連に関する論文概要（その２）

著者（報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Ulf Ekelund et al.[)] (2019)[22]	8 研究論文のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：36,383 人（死者：2,149 人）（女性：72.8％） 平均年齢：62.6 歳 追跡年数（中央値）：5.8 年	身体活動量の水準を四分位数（1.低い～ 4.高い）に分け、「1.低い」を基準として、総死亡率リスクに対する HR を算出した。運動強度にかかわらず、総死亡率リスクに対する HR は、「2.やや低い」で 0.48、「3.やや高い」で 0.34、「4.高い」で 0.27 であった。低強度の身体活動では 0.6、0.44、0.38 の HR であり、中～高強度の身体活動では 0.64、0.55、0.52 の HR であった。いかなる強度でもより多い身体活動量が総死亡率のリスクを低減する。
Alexander Mok et al. (2019)[23]	コホート研究	調査対象者：14,599 人（40 － 79 歳）（死者：3,148 人） 追跡年数（中央値）：12.5 年	中程度の強度の身体活動で 150 分/週の実施は総死亡率リスクに対して HR ＝ 0.76、循環器疾患死亡率リスクに対して HR ＝ 0.71、がんの死亡率リスクに対して HR ＝ 0.89 であった。経年的に身体活動量を増加させている人は総死亡率リスクが低く、低、中、高の身体活動量では、HR は 0.76、0.62、0.58 であつた。循環器疾患やがん疾患の人も含め、中高年者はより多くの身体活動量を実施することで寿命を延ばす効用を得ることができる。
Farzane Saeidifard et al. (2019)[24]	1RCT 論文と 10 コホート研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：370,256 人（18-75 歳） 追跡年数（平均値）：8.85 年	レジスタンス・トレーニング実施者は非運動実施者に比べて、総死亡率リスクが 21 ％減（HR ＝ 0.79）であった。エアロビック運動を組み合わせて実施すると、総死亡率リスクを 40 ％（HR ＝ 0.60）低減させる。また、レジスタンス・トレーニングは循環器疾患死亡率リスクを 17 ％（HR ＝ 0.83）低減させるが、がんの死亡率とは有意な関連は見い出せなかった。この研究での分析で、レジスタンス・トレーニングは総死亡率リスクを低減させるが、エアロビック運動と組み合わせるとより効果的であると推察される。
Rema Ramakrishnan et al. (2021)[25]	15 コホート研究からの 33 論文のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者（死者：3,903 人） 追跡年数範囲（平均値）：2.3 － 14.2 年	低、中から高の運動強度および総身体活動で最も高い群は最も低い群に比べて、低強度の運動で 40 ％、中から高強度の運動で 56 ％、総身体活動で 67 ％、死亡率リスクを低下させていた。本研究から、客観的に測定された身体活動の総死亡率リスクに対する HR は今までの質問紙法による HR 推定値より低い結果であった。

＊ RCT：ランダム化比較試験（randomized controlled trial）、HR：ハザード比（Hazard Ratio）

総死亡率を示し、そのHR＝0.59であった。女性では身体活動が「4.高い」で最も低い総死亡率を示し、そのHR＝0.81であった。研究結果から身体活動を増加させることが日本における総死亡率リスクを低下させると言及している。

Hupinらは[19] ～2015年までの9コホート研究をシステマティック・レビューとメタ分析をして、60歳以上の調査対象者の身体活動量と総死亡率との関連を報告している。調査対象者は122,417人、平均追跡年数は9.8年、死者は18,122人である。中～高の運動強度の身体活動量の水準を「活動なし」を基準に、「低（1-499分MET/週）」「中（500-999分MET/週）」「高（1000分MET以上/週）」に分けて、総死亡率に対するリスク比（Risk ratio、以下RR）を算出した。低は総死亡率リスクを22％低減し（RR＝0.78）、中は総死亡率リスクを28％低減し（RR＝0.72）、高は総死亡率リスクを35％低減していた（RR＝0.65）。現在推奨されている中～高の運動強度の身体活動である（150分/週）以下の身体活動量で高齢者の総死亡率リスクを22％まで低減できる。身体活動をさらに増すことが線形的にリスクを低減させると論じている。

Aremらは[20] 6コホート研究をシステマティック・レビューとメタ分析をして、調査対象者のレジャー時間での身体活動量と総死亡率との関連を報告している。調査対象者は661,137人、追跡年数（中央値）は14.2年、死者は116,686人である。 レジャー時間での身体活動量について、7.5時間MET/週より少ない身体活動量は身体活動をしていない人に比べて、総死亡率リスクを20％（HR＝0.80）減少させていた。7.5時間MET/週の1から2倍の身体活動量では総死亡率リスクを31％（HR＝0.69）減少、7.5時間MET/週の2から3倍の身体活動量では総死亡率リスクを37％（HR＝0.63）減少させていた。そして、上限閾である7.5時間MET/週の3から5倍の身体活動量では総死亡率リスクを39％（HR＝0.61）減少させていた。研究結果から中あるいは高い運動強度の身体活動は推奨水準の最少の身体活動量で寿命の延長効果と関連する。推奨されるレジャー時間での最少身体活動量の約3から5倍が効用閾値であると論じている。

次に、最近、実施者が増えているレジスタンストレーニング（筋力トレーニング）と総死亡率の関連を見てみる。

Stamatakisらは[21] 11コホート研究をシステマティック・レビューとメタ分析をして、調査対象者の筋力増強運動（レジスタンストレーニング）と総死亡率、がん死亡率、循環器疾患死亡率との関連を報告している。 調査対象者は80,306人、平均追跡年数は9.2年、死者は5,763人である。何らかの筋力増強運動実施は総死亡率に対するHR＝0.77、がん死亡率に対するHR＝0.69であった。2回/週以上の筋力増強実施は総死亡率に対するHR＝0.79、がん死亡率に対するHR＝0.66であった。また中強度のエアロビクス活動を150分/週の実施は総死亡率に対するHR＝0.84、循環器疾患死亡率に対するHR＝0.78であった。2回/週以上の筋力増強と150分/週の中強度のエアロビクス運動の併用実施は総死亡率に対するHR＝0.71、がん死亡率に対するHR＝0.70であった。筋力増強運動を定期的に実施することは有益であると論じている。

また、Saeidifardらは[24] 1ランダム化比較試験と10コホート研究をシステマティック・レビューとメタ分析をして、レジスタンス・トレーニングと総死亡率、がん死亡率、循環器疾患死亡率との関連

を報告している。 調査対象者は307,256人、平均追跡年数は8.85年である。レジスタンス・トレーニング実施者は非運動実施者に比べて、総死亡率が21％減（HR＝0.79）であった。エアロビック運動を組み合わせて実施すると、総死亡率を40％（HR＝0.60）低減させる。また、レジスタンス・トレーニングは循環器疾患死亡率を17％（HR＝0.83）低減させるが、がんの死亡率とは有意な関連は見い出せなかった。この研究での分析で、レジスタンス・トレーニングは死亡率を低減させるが、エアロビック運動と組み合わせるとより効果的であると論じている。

こうした論文も含めて、多くのコホート研究や症例研究等[18-28]のシステマテック・レビューとメタ分析を要約すると、運動・スポーツ活動等の身体活動は総死亡率を低減させると言えよう。身体活動の強度と運動量については強度では中～高強度の水準、運動量では多いほどで総死亡率リスクを低減させている。また、レジスタンス・トレーニング（筋力トレーニング）とエアロビクス（有酸素性運動）を組み合わせた運動が総死亡率の低減により効果的であると結論づけられる。

５．座位行動と総死亡率との関連

運動・スポーツ等の身体活動ががん発症、がん死亡率や総死亡率の低減に効果的であるなら、身体不活動（運動不足）は総死亡率リスクを高めると推測させる。そこで、日常生活での身体不活動である“座位行動”と総死亡率との関連について先行研究をレビューして要約することとする。レビューした論文の一端を表３[29-33]に示す。

Pattersonら[29]は34研究のシステマティック・レビューとメタ分析をして、調査対象者（1,331,468人）の座位行動と総死亡率、がん死亡率、循環器疾患死亡率との関連を報告している。身体活動を調整後、全座位行動は総死亡率と非線形の関連を持ち、１日当たりの全座位行動時間のリスク比（RR）は８時間以下/日で1.01、8時間越/で1.04であった。循環器疾患死亡率に対しては、６時間以下/日でRR=1.01、６時間越/日でRR＝1.04であった。 身体活動を調整後のTV視聴は全死亡率に対して、3.5時間以下/日でRR＝1.03、3.5時間越/日でRR＝1.06で、循環器疾患死亡率に対して4時間以下/日でRR＝1.02、4時間越/日でRR＝1.08であった。それらは非線形の関連であった。また、がん死亡率とはRR＝1.03で線形的な関連が見出された。身体活動に拘わらず、座位行動・テレビ視聴時間の長さは主要な慢性疾患に対する大きなリスクである。また、座位で６－８時間/日とテレビ視聴で３-４時間/日を越えると総死亡率リスクや循環器疾患死亡率リスクを増やすと論じている。

Ekelundら[31]は17コホート研究のシステマティック・レビューとメタ分析をして、調査対象者（1,627,756人、死者56.581人）の座位行動時間と循環器疾患死亡率、がん死亡率との関連を報告している。身体不活動や低い身体活動（四分位数で「１．低い」領域）の状態では、座位行動時間とTV視聴時間は時間が長くなるほど、循環器疾患死亡率リスクを高めていた（座位行動時間：9－32％増大、TV視聴時間：3－59％増大）。身体活動が高い場合は循環器疾患死亡率リスクは増大せず、またやや低いからやや高い身体活動の場合では脳血管障害死亡率リスクは一貫性がない。座位行動とがん死亡率リスクとの関連は身体活動の低い場合だけに見出され、概してやや低い（6-21％増大）値であった。研究結果から、中～高強度の身体活動量を増大させることが長い座位行動時間のリスクの

表３．座位行動と死亡率等との関連に関する論文概要

著者 （報告年）	研究デザイン/レビュー論文の内容	調査対象者等	主な結果の概要
Richard Patterson et al. （2018）[29]	34 研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：1,331.468 人	身体活動を調整後、全座位行動は総死亡率と非線形の関連を持ち、1 日当たりの全座位行動時間の総死亡率リスクに対する RR は 8 時間以下/日で 1.01、8 時間越/で 1.04 であった。循環器疾患死亡率リスクに対しては、6 時間以下/日で RR=1.01、6 時間越/日で RR ＝ 1.04 であった。身体活動を調整後の TV 視聴は全死亡率リスクに対して、3.5 時間以下/日で RR ＝ 1.03、3.5 時間越/日で RR ＝ 1.06 で、循環器疾患死亡率リスクに対して 4 時間以下/日で RR ＝ 1.02、4 時間越/日で RR ＝ 1.08 であった。それらは非線形の関連であった。また、がん死亡率リスクとは RR ＝ 1.03 で線形的な関連が見出された
Ulf Ekelund et al. （2019）[30]	8 研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：36,383 人 （72.8％女性） （死者：2,149 人） 平均年齢：62.6 歳 追跡年数（中央値）：5.8 年	座位行動の時間の水準を四分位数（1.短い～ 4.長い）に分け、「1.短い」を基準として、総死亡率リスクに対する HR を算出した。「2.やや短い」で 1.28、「3.やや長い」で 1.71、「4.長い」で 2.63 であった。なお、身体活動の高さは座位行動時間を減らし、総死亡率リスクを低減する。
Ulf Ekelund et al. （2019）[31]	17 コホート研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：1,627,756 人 （死者：56,581 人）	身体不活動や低い身体活動（四分位数で「１.低い」領域）の場合に、座位行動時間と TV 視聴時間が長くなるほど、循環器疾患死亡率リスクを高めていた（座位行動時間：9–32 ％増大、TV 視聴時間：3-59 ％増大）。身体活動が高い場合は循環器疾患死亡率リスクは増大せず、またやや低いからやや高い身体活動の場合では循環器疾患死亡率リスクは一貫性がない。座位行動とがん死亡率リスクとの関連は身体活動の低い場合だけに見出され、概してやや低い（6–21 ％増大）値であった。
Anna G M Rojer et al. （2020）[32]	11 コホートの 12 研究のシステマティック・レビューとメタ分析	調査対象者：38,141 人 （死者：2502 人） 年齢：60 歳以上 追跡年数：2.0 － 9.8 年	長い座位行動時間は最も短い座位行動時間に対して、データの統合解析後の総死亡率リスクは HR ＝ 2.44 であった。最も低い身体活動群は最も高い身体活動群に比べて、統合解析後の HR は軽い運動強度で HR ＝ 1.93、中－高い運動強度で HR ＝ 2.66、全身体活動で HR ＝ 3.43 であった。座位行動と身体活動が地域在住の高齢者の総死亡率と有意に関連していた。
Teruhide Koyama et al. （2021）[33]	コホート研究	調査対象者：64,456 人（男：29,022 人、女：35,434 人）（死者：2,257 人） 追跡年数：7.7 年	座位行動時間を 4 カテゴリー（「1.–5 時間未満/日、2.5-7 時間未満/日、3.7-9 時間未満/日、4.9 時間以上/日」）に分けて、座位行動時間が 2 時間増加した場合の総死亡率リスクを分析した。他の要因が無いと総死亡率リスク HR ＝ 1.125 である。しかし、高血圧、脂質異常症、糖尿病の慢性疾患を有する者の総死亡率リスクは、高血圧で HR ＝ 1.202、脂質異常症で HR ＝ 1.176、糖尿病で HR ＝ 1272、この 3 疾患を併発していると HR ＝ 1.417 であった。座位行動時間の総死亡率リスクとの関連は高血圧症、脂質異常症や糖尿病などの基礎疾患を持つことで、より増大する。

＊ RR ：リスク比（Risk Ratio）、HR： ハザード比（Hazard Ratio）

低減に重要でると論じている。

Koyamaらは[33]調査対象者64,456人（男29.022人、女35,434人：死者2,257人）を7.7年追跡したコホート研究を実施して、座位行動時間と総死亡率の関連及びそれに及ぼす高血圧、脂質異常症、糖尿病等の基礎疾患の影響を分析して報告している。座位行動時間を４カテゴリー（「1.−5時間未満/日、2.5−7時間未満/日、3.7−9時間未満/日、4.9時間以上/日」）に分けて、座位行動時間が２時間増加した場合の総死亡率リスクを分析した。他の要因が無いと総死亡率リスクHR＝1.125である。しかし、高血圧、脂質異常症、糖尿病の慢性疾患を有する者の総死亡率リスクは、高血圧でHR＝1.202、脂質異常症でHR＝1.176、糖尿病でHR＝1272、この３疾患を併発しているとHR＝1.417であった。座位行動時間の総死亡率リスクとの関連は高血圧症、脂質異常症や糖尿病などの基礎疾患を持つことで、より増大すると論じている。

こうした論文も含めて、多くのコホート研究や症例研究等[29−35]のシステマテック・レビューとメタ分析を要約すると、身体不活動である座位行動は総死亡率リスクを高めると言えよう。ただ、身体活動量が中から高程度水準で実施されていれば、座位行動の総死亡率リスクを軽減できそうである。また、高血圧症、脂質異常症や糖尿病などの基礎疾患は座位行動の総死亡率リスクを増大させると言えよう。

６．総死亡率を低減する適切な身体活動の強度、実施時間、頻度等について

運動・スポーツ等の身体活動ががん発症、がん死亡率や総死亡率のリスクを低減させることは、上記の先行諸研究のレビューと要約の結果から明らかであると言って良いであろう。では、総死亡率リスクを低減させる身体活動の強度、実施時間、頻度等の適切（最適）な基準はどの程度であろうか、身体活動と総死亡率リスクとの関連を分析するために、多くの先行研究で使用されている身体活動の基準は、アメリカ合衆国保健福祉省（United States Department of Health and Human Services）が2008年に公表した「2008 Physical Activity Guidelines for Americans（アメリカ人のための2008年身体活動ガイドライン）」[36]およびWHOが2010年に公表した「Global Recommendations on Physical Activity for Health（健康のための身体活動に関する国際勧告）」[37]である。その推奨基準内容はほぼ同様であり、そのポイントは以下のとおりである。

一般成人に対して、1）週あたり 150 分の中強度の有酸素性身体活動、または、週あたり 75 分の高強度の有酸素性身体活動、または、同等の中～高強度身体活動を組み合わせた身体活動を行うこと。2）中強度の有酸素性身体活動を週 300 分に増やすこと、または、高強度の有酸素性身体活動を週 150 分まで増やすこと。または、同等の中～高強度身体活動を組み合わせて行うこと。3）週 2日またはそれ以上、主要筋群を使って実施する中強度以上の筋力トレーニングをすること。
また、65 歳以上の高齢者に対しても、同様の基準が推奨されている。

アメリカ人のための2008年身体活動ガイドラインでは中強度の有酸素性身体活動週当たり150分～300 分を代謝当量（Metabolic Equivalent：MET、メッツ）を用いて、ほぼ 500～1,000 MET-分/週に相当すると示している。よって、先行研究においてもMETによる身体活動基準も使われている。

WHOは「Global Recommendations on Physical Activity for Health」改訂して「World Health Organization Guideline on Physical Activity and Sedentary Behavior（身体活動と座位行動に関するWHO ガイドライン）」[38]を2020年に公表している。2010年の勧告の基準に加えて、座位行動を減らすことと、日常的に有酸素性運動と筋力増強運動の両方を実施することが最適な健康状態に有益であると推奨している。

一方、「2008 Physical Activity Guidelines for Americans」においても、その後の10年間に公表された研究論文等を精査・吟味して加え、再評価して「2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report（2018身体活動ガイドライン諮問委員会科学報告）」[39]を2018年に公表している。このガイドラインにおいても中～高強度の身体活動を週当たり500～1000MET-分（あるいは中強度の身体活動150～300分/週）を推奨している。

7．まとめ

多くの先駆研究におけるシステマティック・レビューとメタ分析の結果を総括すると、最適な運動強度、実施時間、頻度等の身体活動実施はいくつかのタイプのがん発症率、がん死亡率および総死亡率のリスクを低減させると言える。また、現下、推奨されている最適な運動強度、実施時間、頻度等の身体活動の基準は、一般成人で、１）週あたり150分の中強度の有酸素性身体活動、または、週あたり 75 分の高強度の有酸素性身体活動、または、同等の中～高強度身体活動を組み合わせた身体活動を行うこと、２）中強度の有酸素性身体活動を週300分に増やすこと、または、高強度の有酸素性身体活動を週150分まで増やすこと．または、同等の中～高強度身体活動を組み合わせて行うこと．３）週２日またはそれ以上、主要筋群を使って実施する中強度以上の筋力トレーニングをすること、である[36－39]。

なお、こうした研究結果を科学的根拠として慎重に理解するために、これら先行研究の限界（limitations）を見ておきたい。先ず第１は多くの研究が観察研究（コホート研究）であり、原因と結果の因果関係を必ずしも明確にはできない。第２に身体活動等の実態については主に自己報告（self-reported）であり、データの不正確性や思い出しバイアスというデメリットがある。第３に身体活動の内実（運動強度、実施時間、頻度、期間等）と身体活動の種類（有酸素性身体活動、筋力増強運動、レジャー時間での運動・スポーツ、仕事や家事での身体活動、移動や他の身体活動など）が研究によって様々である。第４に、身体活動とがん発症率、がん死亡率および総死亡率との関連に影響を与える交絡要因（性、年齢、社会的経済的地位、喫煙、肥満、慢性疾患、など）を調整していない、あるいは一部交絡要因しか調整されていない。

こうした研究の限界はあるものの、国内外の公的団体・機関は[38－45]これら先行研究の妥当性と信頼性を精査して、身体活動実施ががん発症、がん死亡率および総死亡率の低減に有益であると結論づけて、身体活動実施を推奨している。例えば、WHO[38]やアメリカ合衆国保健福祉省[39]は質の高い先行研究結果を吟味して、一般成人や高齢者が最適な身体活動を実施することで、総死亡率や循環器疾患による死亡率の低下、部位別のがん発症予防の効果が得られると結論づけ、身体活動実施を推奨

するガイドラインを公表している。我が国においてはWHOやアメリカ合衆国保健福祉省ほかのガイドラインが紹介され認知されつつあるが、「運動は薬である（Exercise is Medicine：EIM）」として周知・実践されるにはまだ時間が必要であろう。

８．引用文献

１）日本高血圧学会：『高血圧治療ガイドライン2019』、2019.

２）日本糖尿病学会：『糖尿病診療ガイドライン2019』、2019.

３）日本リハビリテーション医学会：『がんのリハビリテーション診療ガイドライン 第２版』、2021.

４）American College of Sports Medicine：『Exercise is Medicine』https://www.exerciseismedicine.org/、2021.12.1.アクセス.

５）日本臨床運動療法学会：『EIM Japan』https://eimj.jp/index.html、2021.12.1.アクセス.

６）日本医師会 運動・健康スポーツ医学委員会：『運動による健康増進・健康寿命のための具体的方策』、2020.

７）国立がん研究センター：最新がん統計、2021.

８）Manami Inoue, Seiichiro Yamamoto, Norie Kurahashi, et al.：Daily total physical activity level and total cancer risk in men and women : results from a large-scale population-based cohort study in Japan. Am J Epidemiol. Aug 15 : 168(4) : 391-403, 2008.

９）Tingting Li, Shaozhong Wei, Yun Shi, et al.：The dose-response effect of physical activity on cancer mortality：findings from 71prospective cohort studies. Br J Sports Med. 50(6) :339-345, 2016.

10）Steven C Moore, I-Min Lee, Elisabete Weiderpass, et al.：Leisure-time physical activity and risk of 26 types of cancer in 1.44 million adults. JAMA Intern Med. 176(6):816-825, 2016.

11）Masamitsu Kamada, Eric J Shiroma, Julie E Buring, et al.：Strength training and all-cause,cardiovascular diseases, and cancer mortality in older women: a chort study. J Am Heart Assoc. 31,6(11) :e007677, 2017.

12）Christine M Friedenreich, Chelsea R Stone, Winson Y Cheung, et al.：Physical activity and mortality in cancer survivors: a systematic review and meta-analysis. JNCL Cancer Spectr. 17:4(1) :pkz080, 2019.

13）Wilson Nascimento, Gerson Ferrari, Camila B Martins, et al.：Muscle-strengthening activities and cancer incidence : a systematic review and meta-analysis of observational studies. Int J Behav Nutr Phys Act. 29:18(1) :69, 2021.

14）Prue Cormie, Eva M Zopf, Xiaochen Zhang, et al.：The impact of exercise on cancer mortality, recurrence, and treatment-related adverse effects. Epidemiol Rev. 39(1) :71-92, 2017.

15）Kaitlyn M Mazzilli, Charles E Matthews, Elizabeth A Salerno, et al.：Weight training and risk of 10 common types of cancer. Med Sci Sports Exerc. 51(9) :1845-1851, 2019.

16) Anne McTierman, Christine M Friedenreich, Peter Katzmarzyk, et al. : Physical activity in cancer prevention and survival : a systematic review. Med Sci Sports Exerc. 51(6) : 1252–1261, 2019.
17) United States Department of Health and Human Services : 2018 Physical activity guidlines advisory commitee scientific report. 2018.
18) Shinya Hayasaka, Yosuke Shibata, Shizukiyo Ishikawa, et al. : Physical activity and all-cause mortality in Japan : The Jichi Medical School (JMS) Cohort Study. Journal of Epidemiology19(1) : 24–27, 2009.
19) David Hupin, Frederic Roche, Vincent Gremeaux, et al. : Even a low-dose of moderate-to-vigorous physical activity reduces mortality by 22% in adults aged ≥60 years : a systematic review and meta- analysis. Br J Sports Med. 49(19) : 1262–1267, 2015.
20) Hannah Arem, Steven C Moore, Alpa Patel, et al. : Leisure time physical activity and mortality : a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. JAMA Intern Med. 175(6) : 959–967, 2015.
21) Emmanuel Stamatakis, I-Min Lee, Jason Bennie, et al. : Does strength-promoting exercise confer unique health benefit? a pooled analysis of data on 11population cohorts with all-cause, cancer, and cardiovascular mortality endpoints. Am J Epidemiol. 187(5) : 1102–1112, 2018.
22) Ulf Ekelund, Jakob Tarp, Jostein Steene-Johannessen, et al. : Dose-response associations between accelerometry measured physcal activity and sedentary time and all cause mortality : systematic review and meta-analysis. BMJ Aug21 : 366 : 14570, 2019.
23) Alexander Mok, Kay-Tee Khaw, Robert Luben, et al. : Physical activity trajectories and mortality : population based cohort study. BMJ Jun26 : 365 : 12323, 2019.
24) Farzane Saeidifard, Jose R Medina-Inojosa, et al. : The association of resistance training with mortality : a systematic review and meta-analysis. Eur J Prev Cardiol. 26(15) : 1647–1665, 2019.
25) Rema Ramakrishnan, Jian-Rong He, Anne-Louise Ponsonby, et al. : Objectively measured physical activity and all cause mortality : a systematic review and meta-analysis. Prev Med. Feb : 143 : 106356, 2021.
26) Kikuchi H, Inoue S, Lee IM, et al. : Impact of moderate-intensity and vigorous-intensity physical activity on mortality. MSSE 50(4) : 715–721, 2018.
27) Kim Blond, Cecilie F Brinklov, Mathias Ried-Larsen, et al. : Association of high amounts of physical activity with mortality risk : a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 54(20) : 1195–1201, 2020.
28) Wolfgang Geidl, Sabrina Schlesinger, Eriselda Mino, et al. : Dose-response relationship between physical activity and mortality in adults with noncommunicable diseases : a systematic review and mata-analysis of prospective observational studies. Int J Behav Nutr Phys Act. Aug

26:17(1):109, 2020.
29) Richard Patterson, Eoin McNamara, Marko Tainio, et al. : Sedentary behaviour and risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and incidenct type2 diabetes : a systematic review and dose response meta-analysis. Eur J Epidemiol. 33(9):811-829, 2018.
30) Ulf Ekelund, Jakob Tarp, Jostein Steen-Johannessen, et al. : Does-response associations between accelerometory measured physical activity and sedentary time and all cause mortality : systematic review and harmonised meta-analysis. BMJ Aug 21:366:14570, 2019.
31) Ulf Ekelund, Wendy J Brown, Jostein Steen-Johannessen, et al. : Do the association of sedentary behaviour with cardiovascular diseases mortality and cancer mortality differ by physical level? a systematic review and harmonised meta-analysis of data from 850060 participants. Br J Sports Med. 53(14):886-894, 2019.
32) Anna G M Roger, Keenan A Ramsey, Marijke C Trappenburg, et al. : Instrumented measures of sedentary behaviour and physical activity are associated with mortality in community-dwelling older adults : a systematic review, mata-analysis and meta-regression analysis. Ageing Res Rev. Aug:61:101061, 2020.
33) Teruhide Koyama, Etsuko Ozaki, Nagato Kuriyama, et al. : Effect of underlying cardiometabolic diseases on the association between sedentary time and all-cause mortality in a large Japanese population : a cohort analysis based on th J-Micc study. JAHA 10:e018293, 2021.
34) R Zhao, W Bu, Y Chen, et al. : The dose-response associations of sedentary time with chronic diseases and the risk for all-cause mortality affected by different health status : a systematic review and meta-analysis. J Nutr Health Aging 24(1):63-70, 2020.
35) Aviroop Biswas, Paul I Oh, Guy E Faulkner, et al. : Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults : a systematic review and meta-analysis. Ann Intern Med. 20:162(2):123-132, 2015.
36) U.S. Department of Health and Human Services : 「2008 Physical Activity Guidelines for Americans」, 2008.
37) WHO :「Global Recommendations on Physical Activity for Health」, 2010.
38) WHO :「World Health Organization Guideline on Physical Activity and Sedentary Behavior」, 2020.
39) U.S. Department of Health and Human Services : 「2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report」, 2018.
40) Australia Department of Health : Australia's physical activity and sedentary behaviour guidelines, 2014.
41) Tremblay MS, Warburton D, Janssen I, et al. : New Canadian physical activity guidelines. Appl Physiol Nutr Metab. Feb:36, 2011.

42) Tremblay MS, Chaput JP, Adamo KB, et al. : Canadian 24-hour movement guidelines for the early years (0-4 years) : an integration of physical activity, sedentary behavior, and sleep. BMC Pub Health.17(suppl 5) : 874, 2017.
43) Rutten A, Pfeifer K, eds. : National recommendations for physical activity and physical activity promotion Erlanger, GER: Florida Atlantic University Press, 2016.
44) Department of Health, Physical Activity, Health Improvement and Protection (Scottish Government). : Start active, stay active. a report on physical activity for health from the four home countries'chief medical officers, 2011.
45) 西端　泉：がんに対する身体活動の効果－国内外の公的団体の見解－. 川崎市立看護短期大学紀要25(1) : 63-75, 2020.