実践研究

ヨガインストラクターにおけるNK細胞活性の事例的研究 一安静時およびヨガ実施前後の変化から一

塚 本 未 来¹, 木 本 理 可², 内 田 英 二³ 福 士 宗 光⁴, 神 林 勲⁵

Pilot Study of NK-cell Activity in Yoga Instructors at Rest, and Before and After Practicing Yoga

Miku Tsukamoto ¹, Rika Kimoto ², Eiji Uchida ³ Munemitsu Fukushi ⁴, Isao Kambayashi ⁵

Abstract

The purpose of this study was to examine NK-cell activity in yoga instructors at rest, and before and after yoga. For the study of NK-cell activity at rest, the subjects were eight yoga instructors (one male and seven female), along with 14 young adult males, and 16 young adult females for the control group (Study ①). For the study of NK-cell activity before and after yoga, the subjects were four yoga instructors (Study ②). NK-cell activity was measured using ⁵¹Cr labeled K562 targets. The values of NK-cell activity at rest for the yoga instructors were not significantly different from those of young males and females. For NK-cell activity of yoga instructors before and after 90 minutes of yoga, the NK-cell activity increased significantly after practicing yoga. These results suggest that NK-cell activity in yoga instructors increases after acute yoga and might inhibit the decline of NK-cell activity due to aging, especially for individuals who practice yoga on a long-term basis.

key words: NK-cells activity, yoga instructor, yoga, rest

- 東海大学国際文化学部 〒005-8601 札幌市南区南沢5条1丁目1-1
- 2. 藤女子大学人間生活学部 〒061-3204 石狩市花川南 4 条 5 丁目
- 3. 大正大学心理社会学部 〒170-8470 東京都豊島区西巣鴨 3 丁目20-1
- 4. ヨガライフスクールインサッポロ 〒060-0061 札幌市中央区南1条西2丁目
- 5. 北海道教育大学札幌校 〒002-8502 札幌市北区あいの里5条3丁目

著者連絡先 塚本 未来 tsukamoto.miku@tsc.u-tokai.ac.jp

- 1. School of International Culture Relations, Tokai University
 - 1-1-1 Minamisawa 5-jo, Minami-ku, Sapporo, 005-8601
- 2. Faculty of Human Life Sciences, Fuji Women's University
 - 4-5 Hanakawa Minami, Ishikari, 061-3204
- 3. Faculty of Psychology and Sociology, Taisho University 3-20-1, Nishi-sugamo, Toshima-ku, Tokyo 170-8470
- Yoga Life School in Sapporo Minami 1-jo Nishi 2, Chuo-ku, Sapporo, 060-0061
- Hokkaido University of Education Sapporo
 Ainosato, Kita-ku, Sapporo, 002-8502

1. 緒 言

健康の保持増進,生活の質(Qality of life:QOL)の向上に運動は不可欠であるが,運動の種目,強度,時間によって免疫機能への影響は異なる.一般に,一過性の激しい運動や長時間運動では免疫機能が低下し,一方で,適度な運動は免疫機能を高め,生活習慣病の予防や身体の機能維持に貢献することが報告されている(鈴木,2004).

免疫学的な指標の1つとしてNK (Natural Killer) 細 胞機能が挙げられ、生体防御機構の一線を担っている. リンパ球の1種であるNK細胞は、ウイルス感染細胞や 腫瘍細胞を認識すると, 顆粒内において, 細胞溶解に関 与するタンパク質分子であるパーフォリンを送り込んだ り、アポトーシスを誘導したりして、標的細胞を傷害 する. 運動とNK細胞との関連については多くの報告が あり, 運動習慣のある者は運動習慣のない者と比較して NK活性は高値を示すこと (Crist et al., 1989), 疲労困 憊相当の高強度運動はNK活性を低下させることが報告 されている (Nieman, 1994). また, Nieman et al. (1993) は、男性を対象に高強度 (80% VO₂max) および中強度 (50% VO₂max) で45分間のトレッドミル運動を行い, NK細胞活性は中強度では変化が無いが、高強度では運 動直後に運動前のレベルを大幅に上回ったことを報告し ている. Strasner et al. (1997) は,女性を対象に高強 度 (80% VO₂max) および中強度 (40% VO₂max) で25 分間の自転車こぎ運動を行った結果、高強度の運動後の み、NK細胞活性が高まったことを報告している.この ほか、運動とNK細胞との関連には、測定項目に用いる 指標(NK活性や細胞数, NKサブユニット, NK細胞の 細胞傷害活性や分化・増殖等)によって得られる結果が 異なることも報告されている.

近年,人々の健康志向は高まり,さまざまな健康法が流行しているなか,幅広い年齢層においても手軽に行える健康法として,インド発祥のヨガが実践されている.ヨガは,静的(スタティック)な動作が多く座位姿勢でも可能なことから,中高年者や女性など体力に自信のない者でも取り組みやすい活動である.ヨガの多種多様なポーズには,脊椎の両脇にある自律神経根を圧迫した状態を保つものが多く取り入れられている.ヨガの実践による身体的・心理的効果として,低比重リポタンパク質の減少(Mahajan et al.,1999; Schmidt et al.,1997),脳波 α 波の出現率が後頭部と前頭葉前部付近で増加(Satyanarana et al.,1992),呼吸や自律神経系活

動への有効性 (Kimoto et al., 2021) が報告されている. また, リラクゼーション効果として, ストレス軽減効果の検討 (平本, 2009, 加藤ほか, 2010) や, ストレスマネジメントとして活用されている (坂木, 2006).

ヨガの意識的な呼吸は自律神経系活動を活性化すると ともに、自律神経系活動と連動して働くホルモンを刺激 する (大貫・藤井, 1994). 大貫 (2001) は、継続的に ヨガを実施する50代の男女を対象に90分間のヨガ前後に おける身体状況を検討したところ、ストレス除去に活躍 する副腎皮質ホルモンのコルチゾールが20~47%減少 したことを報告している. また, 加齢によって減少して いく性ホルモン、甲状腺ホルモンがヨガの継続によって 増加,あるいは変動しないことも認めている. Kimoto et al (2021) は、年齢とヨガ歴に着目して自律神経系活 動を検討したところ、ヨガ実践を5年以上継続している 者は5年未満の者と比較して、加齢による自律神経系活 動低下を抑制したことを示した. このように. 短期的. 長期的なヨガの実践が身体機能へ与える健康効果につい て、科学的エビデンスを基に調査されるようになってき た. しかしながら、ヨガを単回実施・短期間で行う介入 研究が多く,長期的効果についての報告は少ない.

ヨガインストラクターは、毎日のようにヨガを実践・指導するほか、他のインストラクターのレッスンへの参加や自主練習の時間を設ける等して日常からヨガの行を鍛錬している。このことは、週に1~2回程度のヨガ実践を長期的に行う愛好者と比べて、ヨガによる身体機能への効果は大きく異なることが考えられる。そこで、本研究では、ヨガインストラクターにおけるNK細胞活性の評価を安静時およびヨガ実施前後について事例的に検討することを目的とした。また、NK細胞活性の加齢による変動は、20歳代でピークに達し、のちに漸減していくことが示されている(現代化学、1984)ことから、ヨガの長期的効果を明らかにするため、安静時NK細胞活性をヨガインストラクターと若年者で比較・検討し、基礎的資料とすることを目的とした。

2. 方 法

2-1. 研究①: 安静時における評価

対象者はAスクール (A市) にて、Aンストラクターを務める 8名 (男性 1 名、女性 7 名) であった。ヨガ経験年数は、 14.9 ± 2.5 年であった。対照として、継続的なヨガ経験歴のない健康な大学生30名(男性14名、女性

 Table 1
 Physical characteristics the subjects.

Table 1 Thy deal characteristics the subjects.					
group	Sex	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI (kg/m²)
Yoga instructor	Male (n=1)	39.0	171.0	61.0	20.9
	Female (n=7)	47.4 ± 7.8	158.4 ± 2.0	48.9 ± 2.2	19.4 ± 0.8
Control	Male (n=14)	22.9 ± 1.0	170.5 ± 1.4	63.4 ± 2.0	21.8 ± 0.6
	Female (n=16)	21.6 ± 0.2	160.1 ± 1.1	53.4 ± 1.2	20.8 ± 0.5

Vales are mean ± SE

16名)も実験に参加した。Table 1 に対象者の身体特性について示した。採血は医師の指示を受けた看護師が担当し、安静状態を保った午前 9 時に、翼付静注針(テルモ社製)を用いて、肘静脈より 5 m の採血を行い、分析までアイスバスにて 4 m にて保存した。

2-2. 研究②: ヨガ実施前後における評価

対象者は女性ヨガインストラクター 4名 (46.0 ± 3.5 歳, 158.8 ± 3.4 cm, 49.5 ± 3.8kg, BMI: 19.7 ± 1.6) であっ た. ヨガ経験年数は、17.3 ± 1.1年であった. ヨガ実施 前後のNK細胞活性に与える影響を検討するため、対象 者4名は実験室内において13時30分から15時までの90分 間、ヨガを実施した、ヨガの内容は、最初の10分間は準 備運動としてボータカ・ムゥードラと呼ばれる肩回し, 首回し、手首・肩・股関節の柔軟体操および座位での腕 の動きと深呼吸を連動させる体位法を行った. 次の10分 間はインドラアサーナと呼ばれる腕・肩関節・腰の動き を利用し深く呼吸を行い、身体を暖める体位法を実施し た. その後は各対象者が自由に様々な体位法を行った. 最後の15分間は対象者全員がセーツ・バンダアーサナと 呼ばれる臀部を高くし肩を床につける臥位をとる体位法 を 5 分間、プラーナーヤーマと呼ばれる呼吸法を10分間 行い締め括った.

対象者 4名中、3名に対して運動強度を確認するために携帯用心拍計(Sport tester PE-3000, Polar Electro 社製)を装着し、ヨガ実施中の心拍数(Heart rate、以下HR)を15秒毎に記録した。採血は医師の指示を受けた看護師が担当し、90分間のヨガ開始前(Before)と終了直後(After)に、翼付静注針(テルモ社製)を用いて、肘静脈より 5 mlの採血を行い、分析までアイスバスにて 4 $\mathbb C$ にて保存した。

2-3. NK細胞活性の評価 (研究①および②)

NK細胞活性は外注分析(株式会社エスアールエル) により、⁵¹Cr遊離法を用いて測定された. Ficoll-Conray 法を用いて、末梢血から単核細胞を分離した。96穴のU 底マイクロカルチャープレートに2×105の末梢血単核 細胞を入れ、これに 51 Cr標識標的細胞を 1×10^{4} 入れた(エ フェクター細胞(E)対標的細胞(T)の比率は20:1と した). 37℃のCO₂インキュベーターで4時間培養した 後、上清を収穫し、その中に含まれるアイソトープ量 をガンマカウンターで測定した. NK細胞(K562)を放 射性化合物 (Na₂⁵¹CrO₄) で標識し、この標識細胞がエ フェクター細胞により傷害された際に放出される上清中 の⁵¹Crを算定した.以下の式を用いて,%特異的⁵¹Cr放 出値をNK細胞活性の評価として、標的細胞傷害の割合 を%で示した. %特異的⁵¹Cr放出値;NK細胞活性値= (51Cr 実験解離 -51Cr 自然解離) / (51Cr 最大解離 -51Cr 自 然解離)×100. なお、NK細胞活性の参考値は、18~ 40%である.

2-4. 統計処理

測定結果はすべて平均値 ± 標準誤差(Mean ± SE)で表した. データの分析には,無償の統計解析ソフトJASP (Jeffreys's Amazing Statistics Program) バージョン0.14.1 (アムステルダム大学心理学部開発)を使用した. JASP は,有償の統計解析ソフトと同程度の高性能であり,無償で使用しやすいインターフェスが採用されている(清水・山本,2020).検定力の分析は,フリーソフトG*Power 3.1.9.7 (Windows) (ハインリッヒ・ハイネ大学開発)を使用した(Faul et al.,2007). 2 群間の平均値の比較は,両群の分散が等しいことを下検定により確認した後,対応のあるt検定を用いた.変数間の相関関係の検討には、Pearson'sの積率相関分析を用いた. 3 群間の平均値の比較は,一元配置分散分析を行った. なお,危険率5%未満とした.

2-5. 倫理的配慮

本研究はヘルシンキ宣言の精神に則り実施されたものであり、研究の対象者には研究の趣旨、方法および研究に伴う危険性などを口頭と文章で説明した。また、研究への参加はいつでも取り止めることができ、それによって如何なる不利益も被らないことを説明した。以上の説明後、参加への同意書に署名を得てから研究を開始した。なお、本研究は北海道教育大学の研究倫理委員会の承認を受けて実施された(北教大研倫2021061001)。

3. 結 果

3-1. 研究①:安静時におけるNK細胞活性

安静時におけるNK細胞活性は、男性インストラクターで40.0%、女性インストラクターで 36.1 ± 5.1 %、若年男性で 39.8 ± 3.5 %、若年女性で 32.2 ± 2.9 %であった。Fig. 1 に、ヨガインストラクターと対照である若年男女のNK細胞活性の平均値を示した。ヨガインストラクター、若年男性および女性の3群の平均値を比較した

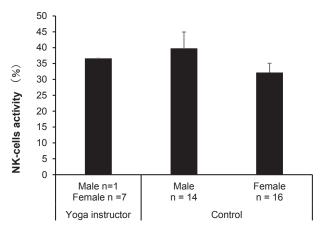


Fig. 1 NK-cells activity at resting in yoga instructor and control groups. Mean ± SE

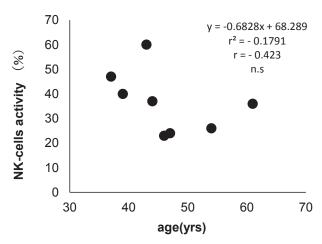


Fig. 2 Correlation between the NK-cells activity and age in voga instructors at rest.

ところ、いずれの群間にも有意差は認められなかった。 ヨガインストラクター 8名のNK細胞活性の値と年齢との相関性を検討したところ、有意な相関関係は認められなかった(r=-0.42, p=0.30)(Fig. 2). また、NK細胞活性の値とヨガ歴との相関性を検討したところ、有意な相関関係は認められなかった (r=-0.44, p=0.27).

3-2. 研究②: ヨガ実施前後におけるNK細胞活性およびヨガ実施中の心拍数

Fig. 3 にヨガ実施前後のNK細胞活性の平均値を示した。ヨガ実施前30.0 ± 5.7 %と比較して、ヨガ実施後49.8 ± 8.6 %と有意に増加した(t (4) = 3.43, p < .05, 95 % CI[-38.1, -1.41], Cohen's d = 1.71, $1 - \beta = 0.633$). また、ヨガ実施中の3名の心拍数の平均値は、84.1 ± 15.1 beats/minであった(Fig. 4).

4. 考 察

本研究ではヨガインストラクターにおけるNK細胞活性について、安静時およびヨガ実施前後の変化から事例的に検討した.本研究の知見は、ヨガのインストラクターを数年以上継続することで、安静時のNK細胞活性の亢進に関与している可能性があり、その値は若年者と同程度であることが明らかとなった。また、単一のヨガ実施においてもNK細胞活性の増加が認められた。

安静時における評価より、ヨガインストラクターと対照である若年男女のNK細胞活性の値に差がないことが明らかとなった(Fig. 1). また、ヨガインストラクターの年齢とNK細胞活性について相関性を検討したところ、両間に有意性はみられなかった(Fig. 2). 一般に、免疫力は20代をピークに低下し、免疫細胞の一種であるNK細胞の活性も一定の年齢を過ぎると低下することが示されている(現代化学、1984). 本調査でのインストラクターの年齢は、37歳から61歳までの広範囲でありながらも相関性については変化がみられなかった.この

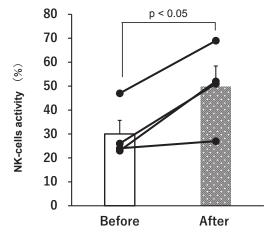


Fig. 3 Changes in NK-cells activity before and after yoga exericise. p < 0.05 by paired t-test Mean \pm SE, n = 4.

ことから、ヨガインストラクターにおけるヨガ修養の継 続が、加齢に伴う免疫機能の低下を抑制していることが 推察される. また、年齢が高いことがヨガ経験歴の長さ に寄与する可能性があることから、NK細胞活性とヨガ 歴との間の相関性について調べたが、両者の相関関係は 認められなかった. 今後, 被験者数を確保することや年 齢、年代別、ヨガ歴を設定することで、加齢によるNK 細胞活性の変化を明らかにすることができるかもしれな い. Kamei et al. (2000) は、ヨガの行を数年から十数 年継続しているインストラクターを対象に、ヨガ実施中 と前後の脳波とNK細胞活性の変化について検討したと ころ、プラーナーヤーマ (呼吸法) における α波の出現 率増加とNK活性の上昇に正の相関関係を示している. プラーナーヤーマは意識的に呼吸の調節を行う方法であ り,精神の集中と最もリラックスできる行である(Telles et al., 1993). Kamei et al. (2000) の報告においても, プラーナーヤーマに熟練すると、日常生活では得られな いリラクゼーション状態に導入でき、細胞性免疫能がプ

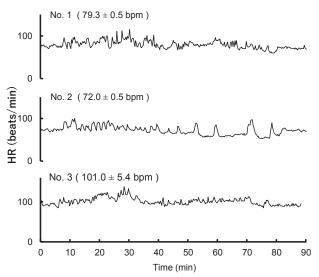


Fig. 4 Change inheart rate duringyoga exercise.

ラーナーヤーマを行うたびに増強することから、ヨガ熟練者は呼吸法によってNK細胞を短時間で増強させられることを示唆している。このことから、本研究のヨガインストラクターにおいては、日常生活から呼吸法を調整し、NK細胞活性へ働きかけている可能性が示唆される。

ヨガ実施前後における評価より、ヨガインストラクターの NK細胞活性の平均値は、Before と比較して、Afterで有意な増加が認められ、各個人の変化についても、4名全員がBeforeよりもAfterで活性が高くなる結果となった(Fig. 3). NK細胞は急性および慢性ウイルス感染、腫瘍に対する第一線の防御として重要な役割を担っているため、活性の亢進は大変重要な意味を持つ.

本研究において、ヨガ実施中の3名における心拍数 の平均値は、84.1 ± 15.1 beats/minであった(Fig. 4) ことから, 運動強度は40~50%HRmax程度であり, 身 体負担度の高い運動ではなかったと考えられる。これま でに、NK細胞活性に対する運動の影響については、強 度に依存しているとの報告が多い. 前述した Nieman et al. (1993) の先行研究において、中強度運動ではNK細 胞活性に変化は認められなかったが、本研究において有 意に高まった要因として、ヨガ独特のポーズや呼吸法が 関係している可能性がある. NK細胞を活性化する物質 には、インターフェロンやインターロイキン、プロスタ グランディンなどがあり、また β-エンドルフィンもそ の中の1つである. β-エンドルフィンは脳下垂体前葉 などから分泌されるモルヒネと類似した作用をもつホル モン様物質で、高揚感や快感情をもたらす. NK細胞に 対しては、細胞上の接着分子に作用して標的細胞への結 合力を強めると考えられている (池上, 2000). Kay et al. (1984) は β -エンドルフィンが NK 細胞活性へ刺激 することを報告している.慢性疾患をもつ男女を対象に、 短時間のヨガを10日間継続したところ, β-エンドルフィ ンが (0日目:3.53 ± 0.88 ng/mL, 10日目:4.06 ± 0.79 ng/mL) 有意に増加したことを報告している (Yadav et al., 2012). また, 大貫 (2001) は, ヨガの1つのポー ズを長く持続させることによって自律神経を強く刺激す る効果も大きいことを指摘し、坂木 (1995, 1999) は、 ヨガの独特な呼吸法は副交感神経系を亢進させると報告 している. 副交感神経系が優位であることは、精神的に 安定し落ち着いた状態であることを示しており、Ray et al. (2001) は、ヨガの実施は精神的な不安を取り除き、 快適な精神状態を導くと報告している. これらのことは、 ヨガの実施によって充実した精神状態になることで、神 経伝達物質に何らかの影響を与えていることが考えられ るが、今回はホルモンの働きについては調査していない ため、今後の課題である.

本研究の限界として、ヨガインストラクターと同年代のコントロール被験者ではなかったため、加齢に伴うNK 細胞活性の低下の抑制の点については、インストラクターと同年代の対象グループの設置やヨガ経験歴を検討する

ことが必要である。また、ヨガ実施前後のNK細胞活性の評価では、n=4の被験者数で検討しており、統計学的有意差とCohen's d が大きいものの、検出力($1-\beta$)は 0.633と統計学的根拠の不十分さも残ることから、今後は被験者数を増やして検討することが必要である。さらには、ヨガ実施後のNK細胞活性の評価はヨガ実施の直後であったため、その後の影響について評価できていない点が挙げられる。効果の継続性を検討するためには30分後から数時間後の測定を加えて実施し、検討することが必要である。

最後に、近年の超高齢化社会の到来に伴い、低負荷でありながら高い効果を得ることができる身体活動の発掘、そして健康機能への科学的な立証は大きな意味を持つ、本研究においてヨガは身体負担度が低いにもかかわらず、免疫機能への効果の高い運動であることが明らかにされた。今後、内分泌系の変化などヨガ実施の身体機能への効果がさらに解明され、ヨガ実施により身体の内側から健康を維持する力、持続可能なQOL向上や生きがいの保持、健康増進に貢献できることに期待する.

5. 総 括

本研究は、ヨガインストラクターにおけるNK細胞活性の評価について、安静時およびヨガ実施前後の変化より事例的に検討を行った.主な結果は以下の通りである.

- 1. 安静時におけるNK細胞活性の評価では、インストラクターと若年男性と若年女性との間には有意差は認められなかった.
- 2. ヨガインストラクターのNK細胞活性の値と年齢と の相関性を検討したところ,両間に有意性はみられ なかった.
- 3. ヨガ実施前後における NK 細胞活性の評価では、ヨガ実施前と比較して、ヨガ実施後に有意に増加した.

以上のことから、長期にわたり継続的にヨガを実施すると加齢に伴うNK細胞活性の低下が抑制され、なおかつ単一のヨガの実施において、NK細胞活性を増加させることができる可能性が示唆された。本研究では、被験者をヨガインストラクターに限定しているものの、継続的なヨガの実践は日常安静時の呼吸法や免疫細胞によりプラスの効果をもたらすことが考えられる。

6. 謝 辞

本研究の実施にあたりご協力いただきました笹木真由 子氏,大森史絵氏に感謝いたします.

参考文献

Crist, D. M., Nackinnon, L. T., and Thompson, R. F. (1989) Physical exercise increase natural

- celluar-mediated tumore toxicity in elderly women. Gerontology, 35:66-75...
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). "G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. Behavior Research Methods, 39, 175-191.
- 現代化学(1984)東京化学同人. 164:40-45. G*Power 3.1.9.7 for Windows(2020)https://www. psychologie.hhu.de/arbeitsgruppen/allgemeinepsychologie-und-arbeitspsychologie/gpower. (accessed 2021-7-28)
- 平本哲哉・吉原一文・久保千春 (2009) ヨーガがメンタ ルヘルスおよびストレス感受性に及ぼす影響. 健康 医科学研究助成論文集, 24:102-110.
- 池上晴夫 (2000) スポーツ医学 II. 朝倉書店, pp.203-235. JASP Official (2020) https://jasp-stats.org/. (accessed 2021-1-28)
- Kamei, T., Toriumi, Y., Kumano, H., Ohno, S., Kumano, H. and Kimura, K. (2000) Decrease in serum cortisol during yoga exercise is correlated with alpha wave activation. Percept. Mot. Skills., 90:1027-1032.
- 加藤千恵子・寺田信幸・木村慧心、・木村宏輝・石村 友二郎・柴田 昌和 (2010) 企業の休息時におけるヨーガ療法 のストレス軽減効果の検討-アミラーゼ活性を用いたストレス度測定-. 人間工学, 46 (2):95-101.
- Kay, N., Allen, J. and Moreley, J.E. (1984) Endorphins stimulate normal human peripheral blood lymphocyte natural killer activity. Life Sciences, 35:53-59.
- Kimoto, R., Kambayashi, I., Akizuki, A., Tsukamoto, M., Fukushi, M., and Shionoya A. (2021) Effect of yoga on autonomic nervous system function in females. J. P. Fitness Sports Med., 10 (1): 25-32.
- Mahajan, A.S., Reddy, K.S. and Sachdeva, U. (1999) Lipid Profile of coronary risk subjects following yogic lifestyle intervention. Indian Heart J., 51:37-40.
- Nieman, D. C., Miller, A. R., Henson, D. A., Warren, B. J., Gusewitch, G., Johnson, R. L., Davis, J. M., Butterworth, D. E., and Nehlsen-Cannarella, S. L. (1993) Effects of high- vs moderate-intensity exercise on natural killer cell activity. Med Sci Sports Exerc., 25 (10): 1126-34.
- Nieman, D. C. (1994) Exercise, infection, and immunity. Int. J. Sports Med. 15 (3): 131-41.
- 大貫稔 (2001) 西洋医学からみたヨーガの効用. 日本健 康医学会雑誌, 10 (2):8-21.
- 大貫稔・藤井久子(1994)[病は気から] ヨーガは,最 小限の負荷で体の抵抗力を高める.別冊宝島212,宝 島社:東京,pp.138-141.

- Ray, U.S., Mukhopadhyaya, S., Purkayastha, S.S., Asnani, V., Tomer, O.S., Rajendra Prashad., Lalan, Thakur. and Selvamurthy, W. (2001) Effect of yogic exercises on physical and mental health of young fellowship course trainees. Indian J. Pharmacol, 45 (1): 37-53.
- 坂木佳寿美 (1995) 安静 臥位 CVR-R, %RR50, 経皮 PO2・PCO2のヨーガ呼吸 (腹式呼吸) における変動. 体力科学, 44 (6): 664.
- 坂木佳寿美 (1999) ヨーガの呼吸法とそのからだへの影響. 体育の科学, 49 (5): 388-393.
- 坂木佳寿美(2006)ヨーガ呼吸による白血球の変動:神経・ 内分泌・免疫系の相互関係,体力科学,55(5):477-487.
- Sayanarayana M., Rajeswari K. R., Rani N. J., Krishna C. S. and Rao P.V. (1992) Effect of Santhi Kriya on certain psychophysiological parameters: a preliminary study. Ind. J. Physiol. Pharmacol., 36:88-92.
- Schmidt, T., Wijga, A., Von Zur Muhlen, A., Brabant, G. and Wagner, T.O.F. (1997) Changes in cardiovascular risk factors and hormones during a comprehensive residential three month kriya yoga training and vegetarian nutrition. Acta Physiol. Scand. Suppl., 640:158-162.
- 清水優菜・山本光 (2020) 研究に役立つ JASPによるデータ分析―頻度論的統計とベイズ統計を用いて―. コロナ社:東京,pp.78-81.
- Strasner, A., Davis, J. M., Kohut, M. L., Pate, R. R., Ghaffar, A., and Mayer, E. (1997) Effects of exercise intensity on natural killer cell activity in women. Int J Sports Med. Jan;18 (1): 56-61.
- 鈴木克彦 (2004) 運動と免疫. 日本補完代替医療学会誌, 1 (1): 31-41.
- Telles, S., Joseph, C., Venkatesg, S and Desiraju, T. (1993) Alterations of auditory middle latency evoked potentials during yogic consciously regulated breathing and attentive state of mind. Int J Psycho-physiol., 14:189-198.
- Yadav, R. K., Magan, D., Mehta, N., Sharma, R., and Mahapatra, S. C. (2012) Efficacy of a short-term yoga-based lifestyle intervention in reducing stress and inflammation: preliminary results. J Altern Complement Med. Jul;18 (7): 662-7.

令和3年3月31日 受付 令和3年9月1日 受理