子どもにおける運動・スポーツ活動と運動遊びの意義とは
－ヘルスアウトカムとの関連から探る－

引原 有輝¹, 渡邊 将司², 川勝 佐希^{3,4}, 石井 好二郎⁵

Benefits of organized sports participation and voluntary outdoor play
in children and adolescents based on evidence-related health outcomes

Yuki Hikihara¹, Masashi Watanabe², Saki Kawakatsu^{3,4} and Kojiro Ishii⁵

¹千葉工業大学創造工学部, 〒275-0023 千葉県習志野市芝園2-1-1 (*Faculty of Creative Engineering, Chiba Institute of Technology, 2-1-1 Shibazono, Narashino, Chiba 275-0023, Japan*)

²茨城大学教育学部, 〒310-0056 茨城県水戸市文京2-1-1 (*College of Education, Ibaraki University, 2-1-1 Bunkyo, Mito, Ibaraki 310-0056, Japan*)

³神戸大学大学院人間発達環境学研究科, 〒657-0011 兵庫県神戸市灘区鶴甲3-11 (*Graduate School of Human and Environment, Kobe University, 3-11 Tsurukabuto, Nada-ku, Kobe, Hyogo 657-0011, Japan*)

⁴日本学術振興会, 〒102-8472 東京都千代田区麹町5-3-1 (*Japan Society for the Promotion of Science, 5-3-1 Koujimachi, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8472, Japan*)

⁵同志社大学スポーツ健康科学部, 〒610-0394 京都府京田辺市多々羅都谷1-3 (*Faculty of Health and Sports Science, Doshisha University, 1-3 Tatara-Miyakodani, Kyotanabe, Kyoto 610-0394, Japan*)

Received: July 19, 2017 / Accepted: November 14, 2017

Abstract This report provides an overview of the effectiveness of objectively measured physical activity, sports participation, and outdoor play on outcomes related to mental health and social skills in children and adolescents. Findings based on observation studies of longitudinal and cross-sectional design are inconsistent. On the other hand, several intervention studies with high intensity exercise programs indicated that intensity and amount of physical activity might provide a short-term benefit against depressive symptoms and anxiety. However, there are reports that psychosocial approaches confer effects similar to exercise programs. The effects of participation in organized sports clubs on mental health conditions such as depression, anxiety, self-esteem, self-efficacy, health-related quality of life, social skills (e.g., relationship skills), and coping ability were diverse. Notably, there could be unfavorable relationships in athletes exhibiting a higher performance. Meanwhile, participation in sports could represent a predictor of escalation in alcohol use as evidenced by longitudinal observation studies in adolescent, although there could also be effectiveness in terms of preventing use of illicit drugs. Lastly, active outdoor play under natural conditions without supervision also represented an effective approach to promote mental health (e.g., reducing depressive symptoms and building social skills such as self-regulation and coping skills in the face of difficult human relationships). We recognize that not only sports participation but also outdoor play under abundant nature environment could represent a significant physical activity to maintain mental and social health from childhood to adolescence.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 67(1): 83-98 (2018)

Keywords : sports participation, outdoor play, psychological health, social skill, children

緒言

社会構造や生活様式の変化と共に子どもの健康問題は多様化し、またそれらは複雑に関連し合っていることが指摘されている¹⁾。そのような現状の中、発育期の子どもが身体活動を実践することによって得られる健康上の恩恵には多数かつ多面的な報告がある。例えば、身体活

動が肥満予防、体力向上、生活習慣病やそのリスク因子の予防・阻止など身体的な健康に寄与することが明らかとなっている²⁾。また、身体活動は抑うつ傾向の改善、健康関連QOLの高揚³⁾、さらに、将来にわたるアクティブライフの獲得、非行やドラッグなどの非社会的行動の抑止に寄与することなどが報告されている⁴⁾。

これらの身体活動とヘルスアウトカムとの関連を報告

した数多くの研究では、元々、身体活動が広義であることに加え、身体活動の評価法の発展に伴って用いられる指標が多様化したこともあり、その恩恵や効果について統一的な見解が得られておらず、またそれらの知見を整理することも簡単ではない。例えばBangsboら⁵⁾は、子どもの運動・スポーツを含む中高強度の身体活動 (moderate to vigorous physical activity: MVPA) がもたらす身体的健康、認知機能、精神的健康、社会スキルへの恩恵について、学校活動と余暇活動の視点から捉えたコンセンサスを示している。このような国際的な身体活動指針や声明では肥満予防や体力向上に寄与する身体活動の強度の側面が意識されていることもあり、子ども期（主に小学生から高校生）にはその必要条件を達成しやすい運動・スポーツ活動が積極的に推奨されている。したがって、運動・スポーツ活動とMVPAをほぼ同義に扱ってしまうことも多い。しかしながら両者の概念は異なっており、運動・スポーツ活動とMVPAがもたらす子どもへの恩恵やそれらの意義も異なっているはずである。また子どもには、身体活動の主たる構成要素である遊び（主に体を使った運動遊び）がある。遊びの定義は不確定ながら、組織的な運動・スポーツ活動（主にスポーツクラブや学校体育）とは異なり、明確なルールや第三者（親、教師、コーチ）に統制が図られることは少ないため、子ども自身が主体的に選択できる自由な身体活動である点で他の概念と一線を画す。しかし研究調査レベルで遊びを正確に評価することは必ずしも容易でないことから、強度の側面による評価指標が中心となる場合が多い。この評価の仕方では運動・スポーツ活動と遊びを区別する必要がないため、結果的に遊びという身体活動の形態や条件がもたらす恩恵を明らかにするには至らず、その恩恵は強度や量によるという結論が導かれてしまう。指針の策定根拠にもなっているように身体活動がもたらす恩

恵は主として肥満予防、生活習慣病のリスク軽減、体力向上など直接的な効果が現れやすい身体的側面に由来する場合が多く、その場合にはどうしても強度と量の側面に主眼が置かれやすい。

一方、冒頭に示したように抑うつ傾向などの精神的な健康状態とも相互関連があるライフスキルを含む社会スキルなどのヘルスアウトカムにおいては、必ずしも強度の側面に限るものでなく、運動・スポーツや遊びの活動形態がもたらすメリットがあると考えられる。残念ながら、それらのアウトカムに対する身体活動の効果は曖昧あるいは混同してしまう点が多く、それは主に身体活動の評価法にも問題のあった可能性がある。例えば、質問紙票の場合では集団の代表値として身体活動量を評価することは可能であるが、個人間差を客観的に評価することには限界があり⁶⁾、身体活動の評価法が質問紙票から加速度計に代わることで結論が異なってしまうことがある^{7,8)}。そのため信頼性のある身体活動の指標や活動形態ならびに研究デザインに即して、今一度その恩恵について整理しておくことが必要と考えられる。

そこで本研究では、メンタルヘルス、社会スキル、健康行動を主たるヘルスアウトカムとし、子ども期（主に小学生から高校生）の運動・スポーツ活動がもたらす恩恵について、Fig. 1に示すような身体活動の評価の観点（身体活動強度や非組織的な遊び）から得られた成果も踏まえながら概観することを目的とした。

身体活動強度とメンタルヘルス

身体活動を歩数計や加速度計などの客観的手法により評価した観察研究に限定すると、Straussら⁹⁾が10～16歳を対象にMVPA（主に3.0 METs以上）と自己肯定感 (self-esteem) ならびに慢性的不安との関連を報告しており、高強度 (vigorous physical activity: VPA, 主に6.0

Fig. 1 Viewpoints on classification of physical activity

METs以上)と自己肯定感との間に有意な関連性があることを示している。また、9~10歳を対象にしたParfittら¹⁰⁾の研究では、VPA(6.0 METs以上)とメンタルヘルス(不安、抑うつ)との間に負の関連が、自尊心との間に正の関連があったことを示している(Table 1)。しかしながら、最近報告されたPoitrasら³⁾のレビュー論文では、身体活動と健康関連QOL、Well-being、精神的苦悩(psychological distress, depression symptoms)、自己肯定感との関連を扱った計8編の観察研究の結果について、上述の2つの論文とは異なる興味深い結論を示している。8編のうち横断研究が6編、縦断研究が2編であった。横断研究では、6編中2編^{11,12)}においてMVPAや総歩数と一部のメンタルヘルス指標との間に好ましい関係(favorable)を認めているが、残り4編¹³⁻¹⁶⁾は主にMVPAとの間には無関係(null)もしくは否定的な関係(unfavorable)を報告している。また縦断研究2編^{17,18)}では、いずれもMVPA(3 or 4 METs以上)やエネルギー消費量との間に無関係もしくは効果が認められないという結論に至っている(Table 1)。すなわち、身体活動強度とメンタルヘルスとの関係を明らかにするにあたり、横断研究が大半であるため、Guyattら¹⁹⁾のエビデンス評価に基づいて全般的に研究の質が低いとされていることや、結論を導くうえで論文数の限られていることが指摘されている。Poitrasら³⁾のレビュー論文以降の観察研究²⁰⁻²³⁾を探ると、効果を認める追跡研究もあるが確定的な結論は得られない(Table 1)。

そこで、身体活動の強度的側面が子どものメンタルヘルスの維持、改善に有効であるかについて介入研究の結果を参照したい。Biddle and Asare²⁴⁾により報告された論文は、メタ解析されたレビュー論文をまとめたものであり、主に無作為抽出比較対照試験(randomized-control trial: RCT)やnon-RCTを用いた介入研究に関する知見が大半である(Table 2)。介入効果の対象となった身体活動は主に柔軟体操やダンス、筋力トレーニングならびにランニングなど複数の運動形態を含んだ運動プログラムであるが、いずれのプログラムも少なくとも中高強度以上の運動が含まれており身体活動における強度の効果を明らかにする上で参考となる。この論文では抑うつ傾向、不安感、自尊感情(self-esteem, self-concept)をアウトカムとしている。例えば、抑うつ傾向では、Calfas and Taylor²⁵⁾による4つ介入研究の効果量(effect size: ES)が-0.38であり、中高強度の運動プログラムに一定の効果を見出しているものの、Craft and Landers²⁶⁾は運動プログラムの効果は小さく期待できるものではない(ES: -0.15, no significant)と報告しており、やや見解が異なる。不安感においても、Calfas and Taylor²⁵⁾とWipfli²⁷⁾は運動プログラムのESがそれぞれ-0.15および-0.19であり統計的な有意性は認められなかったことを報告してい

る。さらに、Larunら²⁸⁾は、高強度活動を含んだ運動プログラムのESは-0.48であったとしているが、低強度活動や心理社会的な手法を用いたアプローチとの間に効果の差異は認められなかったことを報告している。自尊感情では、運動プログラムによる効果は運動技能の獲得や体型への認識などの身体に対する自己肯定感というある一部の側面での効果に過ぎないという報告²⁵⁾や、運動による介入の効果(ES: 0.49)を短期的(8週間から20週間)にみた報告であることが指摘されている²⁹⁾。また、Biddle and Asare²⁴⁾の総説論文において注意すべき点は、対象者特性である。年齢では幼少期から大学生が含まれており、またバックグラウンドでは中軽度の抑うつ症状を有する者や、違法犯罪者、素行不良者などが含まれていることから、運動介入の効果(量-反応関係)の解釈には注意する必要がある。対象者に応じた効果の整理が今後の課題であると考えられる。

さて国内では、川勝らのグループ^{30,31)}が、身体活動強度とメンタルヘルスとの関連について検討しており、小学生、中学生ともにVPAが3時間半以上/週、さらに小学生ではMVPAが3時間半以上/週の実施時間が抑うつの予防の目安となる可能性について報告している³¹⁾。しかしながら、国内での大規模な調査研究は、川勝らがスタートさせたばかりであり、活動量計の導入や追跡調査などこれからの発展が期待される。

まとめると、以上の総説論文により示唆されることは、身体活動の強度的側面が精神的健康面に寄与するという明確な結論を導くことは難しく、身体活動の実践そのものが重要であるという可能性もある。また、他の心理社会的アプローチによっても運動プログラムと近似した成果が獲得される可能性があるため、メンタルヘルスに寄与する運動やスポーツにおいて、強度的側面以外の要因にも着目する必要があると考えられる。

組織的・体系的な運動・スポーツへの参加とヘルスアウトカム

メンタルヘルスならびに社会スキルとの関連 国内の報告では、永松³²⁾の総説論文を参照すると、運動部活動の効果について、高校生を対象に社会スキル(ライフスキル)に関する報告が1編、高校生を対象にメンタルヘルスに関する報告が6編、中学生を対象に社会スキル(人間関係の構築)に関する報告が1編であった。いずれも運動部活動への参加や継続がメンタルヘルス、社会スキルに良好な影響をもたらす可能性を示唆しているが、700名以上を対象に追跡調査(15ヶ月間)を行った研究は永松³²⁾のみであり、大半が横断研究であった。またサンプル数は一部2000名を超える研究も見られるが、大半が100~500名程度の比較的小規模であった。

一方、国外の研究の動向に目を向けると、Eimeら³³⁾

Table 1. Overview of studies on relationships between physical activity and psychological health or social skill

Ref. No	Author	Number	Age	Characteristic	Design	Physical activity	PA method	Outcome	Evaluation method	Main results
9)	Strauss et al. (2001)	N = 92	10-16 years	Healthy children	Cross-sectional	MVPA (>28 mG; normal walk) VPA (>225 mG; running)	Accelerometer (ActiRac)	• Self-efficacy • Anxiety	• Piers-Harris Children's scale • Children's Manifest Anxiety Scale	Self-efficacy and social influences are positively correlated with vigorous intense physical activity.
13)	Johnson et al. (2008)*	N = 1397	12 years	Healthy adolescents at Trial of Activity for Adolescent Girls (TAAAG)	Cross-sectional	MVPA (>1500 counts/30s ≈ 4.6 METs) VPA (>2600 counts/30s)	• Accelerometer (MTI ActiGraph) • 3-day physical activity recall	Depressive symptoms	Twenty-item Center for Epidemiological Studies-Depression Scale (CES-D)	Mixed-model regression indicated no relationship between depressive symptoms and physical activity
10)	Parfitt et al. (2009)	N = 57	9-10 years	Healthy children	Cross-sectional	LPA (1.9-2.9 METs) MPA (3.0-5.9 METs) VPA (>6 METs)	Accelerometer (RT3)	• Anxiety • Depression • Self-worth	• The State-Trait Anxiety Inventory for Children (STAIC) by Spielberger (1973) • The Child Depression Inventory (CDI) by Kovacs (1977) and a combination of the Self-Perception Profile for Children (SPPC) by Fox (1988) • The Children and Youth's Physical Self-Perception Profile (CY-PSPP) by Whitehead (1995)	Aspects of psychological health were negatively correlated with very light intensity activity and positively correlated with vigorous intensity activity
17)	Kriemler et al. (2010)*	N = 502	6.9-11.1 years	Healthy children in Switzerland (Aargau and Baselland)	3-year Follow-up	MVPA (equivalent to walking at about 4 km/hour)	Accelerometer (MTI/CSA 7164)	Psychological quality of life	Quality of life with the child health questionnaire by Landgraf (1998)	No difference between intervention group and control group
14)	Sebire et al. (2011)*	N = 652	10-11 years	Healthy children	Cross-sectional	MVPA (>0.05 kcal/kg/min) (>3500 cpm)	Accelerometer (ActiGraph GT1M)	• Social functioning • Social acceptance	• Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) by Goodman (1997, 2001) • Six-item social acceptance subscale of Harter's Self-perception Profile for Children by Harter (1985)	• MVPA was favourably correlated with peer problems and social acceptance (in boys, not girls). MVPA was favourably associated with prosocial behaviour (in girls, not boys) • MVPA was not associated with conduct problems in boys or girls
11)	Standage et al. (2012)*	N = 494	12.58 $\pm$ 0.74 years	Healthy adolescents	Cross-sectional	Total PA (step counts)	Pedometer (Yamax Digiwalker SW-351)	• Health-related Well-Being • Health-related quality of life (HRQoL)	• Physical Self-Concept (PSC) by Marsh & Redmayne (1994) • Health-related quality of life was assessed using the Pediatric Quality of Life Questionnaire (PedsQL 4) by Varni (1999)	Total PA was positively correlated with HRQoL
15)	Wiles et al. (2012)*	N = 2951	14 years	Healthy children from Avon Longitudinal Study of Parents and Children cohort	Cross-sectional	• Total PA (the average daily minutes of total PA at light, moderate or vigorous intensity) • MVPA (>4 METs; brisk walk, >3600 cpm)	Accelerometer (Actigraph AM7164 2.2)	Depressive symptoms	Short version of the Mood and Feelings Questionnaire (MFQ) http://devepi.mc.duke.edu/mfq.htm	Total amount of PA was associated with depressive symptoms, but not MVPA

12)	Herman et al. (2014)*	N = 527	8-10 years	Healthy children from the Quebec Adipose and Lifestyle Investigation in Youth study (inclusion criteria: ≥ 1 parent clinically obese)	Cross-sectional	MVPA (>2296 cpm)	Accelerometer (ActiGraph 7164)	Self-Rated Health	Children were asked, "In general, is your health excellent, mostly good, or not very good?"	Boys (but not girls) in the lowest tertile of MVPA had higher odds of having less-than-excellent self-rated health compared to those in the highest tertile of MVPA
18)	Toseeb et al. (2014)*	N = 736	14.5 years	Healthy adolescents attending schools in Cambridgeshire and Suffolk	Longitudinal (3 years follow-up)	Total PA (PAEE) MVPA (>4METs)	Heart rate monitor and accelerometer (Actiheart)	Depressive symptoms	•Mood and Feelings Questionnaire (MFQ) http://devepi.duhsduke.edu/mfq.htm for full details •Major depressive disorder (MDD) Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children—Present and Lifetime Version	No association between baseline MVPA or PAEE and depressed mood or MDD at follow-up
18)	Toseeb et al. (2014)*	N = 736	14.5 years	Healthy adolescents attending schools in Cambridgeshire and Suffolk	Cross-sectional (Baselien)	Total PA (PAEE) MVPA (>4METs)	Heart rate monitor and accelerometer (Actiheart)	Depressive symptoms	•Mood and Feelings Questionnaire (MFQ) http://devepi.duhsduke.edu/mfq.htm for full details •Six-item depressive disorder (MDD) Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children—Present and Lifetime Version	No association between psychological outcomes (MDD and MFQ) and both total PA and MVPA
16)	Young et al. (2014)*	N = 589	16.9 years	Health adolescents at Trial of Activity for Adolescent Girls (TAAG) in Maryland site	Cross-sectional	MVPA (>1500 count/30s $\approx$ 4.6METs)	Accelerometer (ActiGraph, MTI model 7164)	•Self-concept •Self-efficacy •Depressive symptoms	•Eight-item instrument developed for 8th and 9th grade girls by Motl (2003) •Six-item global esteem scale from Physical Self-Description Questionnaire (Marsh & Redmayne, 1994) •Epidemiological Studies-Depression Scale (CES-D)	No association between MVPA and both self-esteem and depression symptoms at grade 11
20)	Langguth et al. (2016)	N = 72	17.4 years	Healthy adolescents	Longitudinal	MVPA (>2020 cpm)	Accelerometer (ActiGraph GT3X+)	Depressed affect	Depression Scale (CES-D) by Hautzinger, Bailer, Hofmeister & Keller (2012)	Over 60 min MVPA predicted less depressed affect on weekday in female
22)	Wang et al. (2016)	N = 449	8-13 years	Chinese healthy children	Cross-sectional	MVPA (>2296 cpm)	•Physical activity questionnaire •Accelerometer (ActiGraph GT3X)	Self-efficacy and motivation	12-item Physical Activity Self-efficacy scale developed by Jago and colleagues (2016)	Psychological correlates accounted for 45% of the variance of MVPA by PAQ-C score and 13% of that by accelerometer
21)	Tymms et al. (2016)	N = 1494	7 and 9 years	The North of England (the MOVE project)	6wk intervention+ 12month follow-up	MVPA (>383 counts per 10 s)	Accelerometer (ActiGraph GT1M, GT3X, GT3X+)	Well-being	27-item self-report questionnaires KIDSCREEN-27	No significant effects between groups
23)	Zahl et al. (2017)	N = 795	6-10 years	A community sample of children living in Trondheim	Longitudinal (2 years follow-up)	MVPA (>2296 cpm)	Accelerometer (ActiGraph GT3X)	Depressive symptoms	Clinical interviews for Major depressive disorder (MDD)	Higher MVPA predicted fewer symptoms of depressive disorders 2 years later

MVPA: moderate to vigorous physical activity (mostly more than normal or brisk walking), PAEE: physical activity energy expenditure, cpm: count per minute

* Based on a review paper (Poitras et al., 2013)

Table 2. Effects of physical activity on children's psychological health shown in a review paper²⁴⁾

Authors	Studies	Outcome	Sample	Intervention	Effect size*	
Calfas & Taylor (1994) ²⁵⁾	4	Depression	•Healthy students •Healthy college students •Psychiatric inpatients	Stretch exercise, vigorous physical activity such as running	-0.38	B
	3	Anxiety	•Youth offenders •Juvenile delinquent •Learning disabilities		-0.15	C
	3	Self-esteem	•Autistic		0.12	C
Craft & Landers (1998) ²⁶⁾	3	Depression	Inpatients	Vigorous physical activity such as aerobic and anaerobic exercise	-0.15	C
Ekeland et al. (2004) ²⁹⁾	8	Self-esteem	•Healthy young children •Health elementary school children •Learning disabilities •Juvenile delinquents •Youth offenders	Daily physical activity including vigorous physical activity	0.49	B
Larun et al. (2006) ²⁸⁾	5	Depression	•Depressive symptoms adolescents •Elementary school children •Special education students •Youth offenders	Modetate to vigorous physical activity such as walking and running for improving cardiovascular fitness	-0.66	A
	6	Anxiety	•Healthy university students		-0.48	B
Wipfli et al. (2008) ²⁷⁾	3	Anxiety	•Health elementary school children (middle-class family) •Youth offenders •Colledge students	•Vigorous physical activity such as aerobic and anaerobic exercise, running •Physical fitness programs	-0.19	C

* A shows the absolute value of more than 0.60. B shows the absolute value from 0.20 to 0.59. C shows the absolute value below 0.20.

のレビュー論文では、計30編の論文が対象となっており、運動・スポーツ参加とメンタルヘルス（outcome数では50）との関連の報告が78.1%, 社会スキル（outcome数では14）との関連の報告が21.9%であった（Table 3）。この論文で提案されているスポーツ概念モデルでは、運動・スポーツを通じた社会スキルの獲得とメンタルヘルスとの相互関連があることを前提に、「組織的と非組織的」および「チームスポーツと個人スポーツ」の主に2つの視点から、運動・スポーツを通じて得られる精神的、社会的恩恵についてまとめている。対象となった研究デザインの特徴として、21編の横断研究（outcome数では45）が70.3%, 9編の縦断研究（outcome数では19）が29.7%であり、エビデンスレベルとしては低い横断研究が多数を占めている。この総説論文の対象となった研究では、いずれも運動・スポーツ活動への参加とメンタルヘルスや社会スキルとの間に好ましい（favorable）関係が示されている。また、個人スポーツよりもチームスポーツの方において、それによって得られる恩恵が大きいことや、組織的な運動・スポーツと他の組織的活動（文化芸術活動、宗教活動、ボランティア活動）の両方に参加していることは、何より効果が大きい可能性があるが、他の組織的活動以上に運動・スポーツ活動による恩恵の大きさについて併せて述べられている。さらに、運動・スポーツの種目や経験年数、実施頻度なども精神的、社会的な恩恵の程度を決定する要因となる可能性について指摘している。ただし、この総説論文には含まれていないが、

運動・スポーツ活動に所属している者を対象に抑うつ症状³⁴⁾や自殺願望や自殺行為^{35,36)}をアウトカムにして身体活動の量（頻度）や強度との関連を試みたところ、有意性は認められなかったことも明らかにされている。このレビュー論文が報告された2013年以降についても複数の研究が、組織的な運動・スポーツへの参加によって良好なメンタルヘルスや社会スキルの獲得に寄与するという結論を支持している（Table 4）。Guèvremontら³⁷⁾は14～17歳を対象に、学校外のスポーツ課外活動と不安感、自己肯定感、そして学力との間に好ましい関係があることを報告している。さらに、学外に加え、学内のスポーツ活動にも所属している場合にはその関係性が強まることも併せて述べている。また、McMahonら³⁸⁾は、単に国際的な身体活動の推奨基準値を満たしている頻度（日数）が多いことよりも、むしろ運動・スポーツ活動に参加していることの方がメンタルヘルスへの付加的な効果となることを報告している。

縦断研究の視点からは、Vellaら^{39,40)}が2年間追跡調査の結果に基づいて、運動・スポーツ活動に継続的に参加している子どもは、途中でドロップアウトした子どもと比較して、精神的困難の程度を表す数値が低いことや、追跡期間中に運動・スポーツ活動に参加していない子どもよりも内面的問題（感情表現や人間関係）を表す数値が低いことを明らかにしている。さらに、8年間の追跡研究から健康関連QOLへの効果があることも報告している⁴¹⁾。また、児童期高学年から中学校期、高校期にお

ける運動・スポーツ活動への参加は、若年成人期における抑うつ傾向の抑制に効果のある可能性が長期の追跡研究により明らかにされている^{34,42-44)}。

一方で横断研究ではあるが、Baduraら⁴⁵⁾は11～15歳を対象に、運動・スポーツに限らず文化芸術活動（音楽、ダンス、合唱、演劇）を含む組織的な余暇活動と、生活への満足感や気分（落ち込み、不機嫌、神経質、不眠）などのメンタルヘルスとの関係には、性差や年齢差の要因があることを報告している。すなわち、男子や年齢の高い子どもの場合はチームスポーツも個人スポーツもメンタルヘルスと好ましい関連を示したが、女子や年齢の低い子どもの場合では、文化芸術活動（ただし、多くの者がスポーツ活動への所属もあり）へ参加している方がメンタルヘルスとより強く好ましい関連にあったことを示している。

このように、組織的なスポーツ活動に参加することによる子どもの社会的、心理的メリットが大きいことが証明されているが、これらの知見の大半は横断研究に基づくものであり、両者の因果関係を証明するためのエビデンスレベルとしては依然弱い。今後因果関係の究明に加えて、性別や年齢、さらには人種も考慮した新たな報告が待たれる。また、Pichéら⁴⁶⁾の報告によれば、積極的に幼稚園の学級行事に従事した者ほど、小学4年生時の運動・スポーツの実施率が高いことを認めている。すなわち、児童期の運動・スポーツ参加には、就学前の人間関係の経験の豊かさが重要となることを示唆しており、運動・スポーツ参加と社会スキルには相互に作用している可能性が予想される。ただし、運動・スポーツとメンタルヘルスとの関連性には慎重な見方をしている報告もある。特に、スポーツ競技会に積極的に参加するアスリートでは上述してきた知見とは異なる可能性があるため^{47,48)}、組織的運動・スポーツへの参加とメンタルヘルスとの関係には、競技レベルも考慮すべき要因として考えられている。

以上のことを踏まえると、運動・スポーツ活動による恩恵とは、集団活動の中での育まれる社会スキル、ライフスキル、コーピングスキルに分類される自己開示、ストレス対処、リーダーシップ、集団行動、コミュニケーション、目標遂行などのスキルの獲得がなされることであろうと考えられる。詳細なメカニズムは明らかにされていないものの、運動・スポーツ活動に限らず、他の芸術的あるいは文化的活動でも類似した恩恵を享受することが可能である。ただし、組織的活動とメンタルヘルスとの関係において、身体活動（強度や頻度）という変数が介在することで、得られる恩恵はさらに大きくなる可能性がある。しかしながら、エリート競技選手においては勝利至上主義がもたらす過度なストレスや劣等感、燃え尽き症候群なども報告されており、行き過ぎた運動・スポーツ活動がデメリットになるケースも多分にあることを忘れてはならない⁴⁸⁾。

飲酒、ドラッグなどの非健康行動との関連 組織的な運動・スポーツへの継続的な参加活動は、精神的ストレスを軽減し、さらにはストレス対処スキルを高めることがわかっている。そして、自尊感情が高まり、自己統制力や忍耐力、規律心への寄与に関する報告もみられた。そこで、運動・スポーツへの参加と非健康行動との関連にも着目したい。Pateら⁴⁾は、アメリカ人高校生14211人を対象に、運動・スポーツ参加者は、非参加者と比較して、ドラッグ、性行動、自殺行為（願望）などの非健康行動におけるオッズ比が有意に低いことを報告している。ただし、飲酒におけるオッズ比には差が認められていない。またカナダの中高生を対象にした研究では、学校外の組織的な活動に参加している者は、喫煙、飲酒、薬物使用におけるオッズ比が有意に低い。学内外の組織的な運動・スポーツへの参加は、それらの非健康行動の発生確率を高める可能性が報告されている^{37,49,50)}。一方、国内に目を向けると、高校生を対象にしてクラブ活動および

Table 3. The numbers of studies on relationships between sports participation and psychological health or social skill by types of study design in a review paper³³⁾

Design/Outcome	Psychological parameters ^{a)}	Social skills ^{b)}	Total number (%)
Cross-sectional ^{c)}	35	10	45 (70.3%)
Longitudinal ^{c)}	15	4	19 (29.7%)
Total number (%)	50 (78.1%)	14 (21.9%)	64 (100%)

a) Psychological parameters: assertive, caring, competence, confidence, emotional control, regulation, self-efficacy, well-being, depressive symptoms, health perceptions, distress, hopelessness, suicidality, satisfaction, positive affect, anxiety, self-control, self-esteem, youth development

b) Social skills: cooperation, human relationship, social interaction, sportsmanship, teamwork, self-concept

c) Each value shows a sum of health outcomes

Table 4. Overview of studies on relationships between sports participation and psychological health or social skill since 2013

Ref. No	Author	Number	Age	Design	Physical activity	Outcome	Evaluation method	Main results
42)	Sabiston et al. (2013)	N = 860	12-13 years	Longitudinal (8 years follow-up)	Sports participation	Depressive symptoms	Questionnaire, Depressive symptom scale by Kandel & Davies (1982)	High depressive symptoms trajectories during adolescence were negatively associated with the number of organized sports team in early adulthood
34)	Brunet et al. (2013)	N = 1293	12-13 years	Longitudinal (10 years follow-up)	Sports participation	Depression	•Major Depression Inventory (MDI)	Sports participation but not MVPA at baseline may positively depression in early adulthood. However, the association by adjusted regression model is very weak ($R^2=0.11$)
40)	Vella et al. (2014)	N = 4042	8-10 (8.25) years	Longitudinal (2 years follow-up)	Sports participation (Team sports vs. individual sports)	Health-related QOL (HRQOL)	Parent report version of Pediatric Quality of Life Scale (PedsQL) 4.0.	•Children who continued to participate in sports had greater HRQOL compared with others (not participation, commenced, dropout) •Children's participation in team sports more helps to protect HRQOL than individual sports
37)	Guèvremont et al. (2014)	N = 3202	14-17 years (mean 15.40±0.66)	Cross-sectional	In-school or out-of-school extracurricular activities including sports participation	Socioemotional outcomes •pro-social behavior •self-image •depression •hyperactivity •physical aggression	•Canadian modified version of Child Behaviors Checklist •Ontario Child Health study	Youth who participated in out-of-school activities or in both in-school and out-of-school activities had better socioemotional outcomes
43)	Jewett et al. (2014)	N = 853	20.39 years (adolescents to early adulthood)	Longitudinal	Sports participation	•Depressive symptoms •Perceived stress •Self-rated mental health	•Major Depression Inventory (MDI) •Canadian Community Health Survey 2003	Involvement in school sport during adolescence was significant predictor of lower depression, perceived stress, and higher self-rated mental health
39)	Vella et al. (2015)	N = 4042	8-10 (8.25) years	Longitudinal (2 years follow-up)	Sports participation	Psychological difficulties	Parent-report version of Strength and Difficulties (SDQ)	Children who maintained participation in sports had lower rates of psychological difficulties compared with others (not participation, commenced, dropout)
41)	Vella et al. (2015)	N = 2785	4-5 to 12-13 years	Longitudinal (8 years follow-up)	Sports participation	Health-related QOL (HRQOL)	Parent report version of Pediatric Quality of Life Scale (PedsQL) 4.0.	Sports participation is a significant predictor of trajectory of HRQOL during childhood
45)	Badura et al. (2015)	N = 10483	11, 13, 15 years	Cross-sectional	Organized leisure-time activities (OLTA) •Inactive adolescents •Team sports •Individual sports •Artist •All-rounder	•Life satisfaction •Health complaints •Physical health	•Behaviour in School-aged Children (HBSC) study	•Organized activities done in leisure time are associated with better physical and mental health among adolescents, and this association is partly gender- and age-specific •While boys and older kids might benefit more from participating in team or individual sports, participation in art schools was associated with better health outcomes in girls and younger kids
44)	Sabiston et al. (2016)	N = 860	18 years	Longitudinal (3 years later)	Sports participation (Team sports vs. individual sports)	Depressive symptoms	Major Depression Inventory (MDI) by Bech (2001) Depressive symptom scale by Kandel & Davies (1982)	Adolescents who consistently participated in team sport during high school reported lower depression scores in early adulthood
38)	McMahon et al. (2017)	N = 11072	14.8 years	Cross-sectional	Sports participation	•Depressive symptoms •Anxiety symptoms •Well-being	•Beck Depression Inventory II (BDI- II) •Zung Self-Rating Anxiety Scale (SAS) •Well-being Index (WHO-5)	•More frequent 60 min MVPA contributed to greater well-being and lower levels of anxiety and depressive symptoms among the least active young people •Sports participation more confers an additional benefit compared with recommended PA alone

運動・スポーツのクラブ活動と喫煙・飲酒・薬物乱用との関連について調査した報告がある⁵¹⁾。それによると、クラブ活動に参加していない高校生ほどタバコ、酒、大麻の経験率が高く、さらに運動・スポーツとの関連をみると、参加頻度が低い者ほどタバコの経験率が高くなる

と報告している。ただし、酒と大麻については有意な関係が認められていない⁵¹⁾。一方、沖縄県の高校生を対象に実施された調査では、学校課外活動（スポーツ以外の活動も含む）への参加と喫煙や飲酒との間に負の関連があったことを報告しているが、運動・スポーツに限った

場合では、オッズ比に有意性は認められなかったことを報告している⁵²⁾。これらの研究はいずれも横断研究であり、組織的な運動・スポーツと非健康行動との関連についての明確な答えを導くのは難しい。また、運動・スポーツの継続的な参加によって自己統制力や忍耐力、規律心が高まることを前提とするならば、縦断的研究による知見こそが重要となるであろう。そこで、Kwanら⁵³⁾の縦断的研究のみを対象としたシステマティックレビューが参考になる。Table 5は、Kwanら⁵³⁾が対象とした論文を飲酒と薬物に分けて好ましい関係 (favorable)、好ましくない関係 (unfavorable) および関連なし (null) に分類してまとめたものである。その結果、飲酒については全体の論文数に対して unfavorable として評価された論文数の割合は82.4%^{注1)} となり、もはや組織的なスポーツ・運動に参加していることが飲酒に限定した非健康行動には抑止力とならないどころか、助長してしまう可能性が窺い知れる (Table 5-A)。一方、薬物については、favorable に該当する論文数の割合が41.7%^{注1)} であり、抑止力としての効果が十分にあるとは判断できないまでも、運動・スポーツが引き金になっているということはなさそうである (Table 5-B)。ただし、これらの知見には性差^{54,55)}、人種差^{56,57)}、社会的経済状況⁵⁸⁾、運動・スポーツの種目特性⁵⁹⁾ によって結果が異なるケースが含まれていることにも十分留意すべきある。

非組織的な運動遊びとヘルスアウトカム

運動遊びの定義は簡単でないが、一般的には大人の管理下でない子どもの自主的活動が前提である。Sandsetter⁶⁰⁻⁶²⁾ は、危険な運動遊びを6つのカテゴリに分類し、その危険性を定義づけしている。さらに、危険な運動遊びが発生しやすい環境において10の特徴を提示している (Table 6)。そしてBrussoniら⁶³⁾ は、これらの危険な運動遊びとヘルスアウトカムとの関連を報告した研究についてまとめている。このレビュー論文の中で扱われているアウトカムは、日常生活全体の身体活動量やMVPA、骨折などの外傷、危険な運動遊びを実施している際の身体活動量、社会スキル、非社会的行動である。主に社会スキルと非社会的行動に関する内容に注目すると、いずれのアウトカムにおいてもエビデンスの質については、横断的観察研究によるため「とても低い」という評価となっているものの、運動遊びとの関連を報告した貴重な報告であると思われる。社会スキルの側面への効果として、親から「子どもの単独での外出」を認められている

子どもほど、親戚や親の友達の子どもではない自身の友達との交友が盛んであり、逆に、親からの活動を制限されている子どもは、近隣や学校の友達との交友が少ないことが指摘されている⁶⁴⁾。また、2編の研究報告^{65,66)} が、屋外で「相撲」「プロレス」「闘いごっこ」「追いかけっこ」等を行うことを指す Rough and Tumble Play (RTP) を好む子どもは、人間関係で生じる認知的問題への解決力に優れており、さらに3編の研究報告⁶⁶⁻⁶⁸⁾ が、RTP を好む子どもが周囲から好意的な存在として認められていると述べている。その一方で、女子の評価が含まれる場合には、男子のRTPと周囲からの人気度との関連や、RTPと教師が評価する社会的能力との関連には無関係あるいはネガティブな関連があったと報告する例もあり、分析する対象者によって知見が異なることを報告している。さらに、RTPと他者への攻撃的なふるまいにおいては、周囲から人気のある子どもは、そのようなふるまいがみられない傾向にあることを報告しているが、逆に、周囲からの人気度が低い子どもの場合では、RTPと攻撃的ふるまいに関連があるとしている。また、RTPをさらに「追いかけっこ」と「闘いごっこ」に分類すると、後者の方が攻撃的ふるまいの発生がやや多くなる可能性を別の先行研究から窺い知ることができる⁶⁹⁾。

わずか2つの研究成果からではあるが、子どもの外遊びの環境について、例えば遊具などの活動に制約がある環境よりも、開放的な冒険広場の方が、子どもは社交的で、創造性に富み、より活発に行動する可能性が報告されている^{70,71)}。そしてBrussoniら⁶³⁾ のレビューを基に、2015年にカナダのプリティッシュコロンビア大学の研究者が中心となって、『活発な外遊び』に関する意見報告書 (声明) を発表している⁷²⁾。ここでは身体的、精神的、社会的恩恵に関する11の提言を示しており、その中に独立心や対人関係能力^{64,73,74)}、自己統制力^{75,76)}、自己効力感⁷⁷⁾、交渉力や健康行動⁷⁸⁾、問題解決力や回復力^{79,80)}、創造的思考力⁸¹⁾ などの良好なメンタルヘルスと社会スキルの獲得に寄与する点が述べられている。また、子どもから自由な外遊びを奪うことは、社会的孤立感が高まり、幸福感が低下することも指摘されている⁸²⁾。

Maasら⁸³⁾ は、数量化した居住周辺の自然環境と抑うつや不安との間には良好な関係性があることを報告している。またMcCurdyら⁸⁴⁾ の自然環境下での暮らしや身体活動の効果についてまとめた総説論文では、窓から見える樹木や草木、そして室内植物に囲まれて暮らす子どもほど、引っ越しなどのライフイベントによるストレスの程度も小さいことを報告している⁸⁵⁾。さらに自然環境による attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD) への好ましい効果について7編の論文が引用されている⁸⁶⁻⁹²⁾。このような自然環境下での自発的な遊びが子どもの心身の健康においていかに重要であるかについて

注1) Kwanらの引用論文総数に対する3つの結論 (favorable, unfavorable, null) の割合 (%) を示す。ただし、1つ論文内で対象特性 (人種、性、競技種目) に応じて2つの結論 (例えば、white: unfavorable, black: favorable) を明示しているケースが複数論文あるため、3つの結論の割合 (%) を合算すると100%を超える。

Table 5-A. Overview of findings on relationships between sports participation and alcohol in a review paper⁵³⁾

Author	Sample	Favorable	Unfavorable	Null	Special note
Aaron et al. (1995)	N = 405 12-to-16 year-old at baseline 1 & 4 years Follow-up from baseline		✓		Males participating in athletics were more likely to initiate alcohol usage at the 3 year follow-up than male that did not
Eccles & Barber (1999)	N = 1256 Grades 10 & 12		✓		
Barber et al. (2001) ⁵⁴⁾	N = 900 Aged 16 at baseline There were 3 subsequent follow-up assessments 2, 5, & 9 years later.		✓		Significant Interaction (Sex × sports) A significant gender by sport by time interaction suggests that female athletes increased their frequency of alcohol use at a faster rate than non-athlete females, while male athletes had a slower rate of increase compared to male nonathletes
Crossnoe (2002) ⁵⁵⁾	N = 2651 Three years follow-up during high school		✓ ※	✓	※ It means favorable in female athletes compared with female non-athletes
Eitle et al. (2003) ⁵⁶⁾	N = 1230 Aged 18 at baseline and reassessed 8 years later		✓		Including effect of races (White and Caucasian athletes only)
Miller et al. (2003)	N = 611 Aged 14 at baseline Follow-up 6 years later			✓	The frequency of sport participation was not related to frequency of drinking and binge drinking
Darling (2005)	N = 3427			✓	
Dawkins et al. (2006) ⁵⁷⁾	N = 1052 Grade 10 & 12	✓ ※1	✓ ※2		※1 The unfavorable association is among white athletes. ※2 sport participation was negatively associated among black female athletes
Fredricks & Eccles (2006)	N = 508 Grades 7, 8, 10 Two follow-up periods		✓		There was a positive association between sport participation (years in sports) and alcohol use during students' final year of high school
Hoffman (2006) ⁵⁸⁾	N = 9893 Grade 10, and they were reassessed when in grade 12		✓		There was a positive relationship between athletic activities and increases in alcohol uses during high school for both males and females. The association for male is stronger among school in lower socio-economic status (SES). Whereas, this association for female is adverse
Fauth et al. (2007)	N = 1315 Nine and 12 years old Followed over a 6-year period		✓		Sport participation at baseline was associated with greater substance use at 3- and 5-year follow-ups, and associated with greater and substance use over time
Peck et al. (2008)	N = 1000 Twelve years old Three follow-ups 4-years apart		✓		The positive relationship was stronger among sport participants who were also above average users of alcohol and drugs at age 18
Wichstrom & Wichstrom (2009) ⁵⁹⁾	N = 3251 Aged 13-to-19 at baseline, and reassessed 2, 5, and 7 years later	✓ ※	✓		Sport participation predicted growth in alcohol intoxication. ※ Endurance sports had a lower growth in alcohol, whereas initial team sports had an increased growth in alcohol intoxication
May et al. (2010)	N = 8721 Aged 12-to-18 at baseline, and two follow-ups 3-years apart	✓ ※1	✓ ※2		※1 Participation in sports with participation in other school activities showed significantly less accelerations in alcohol-related behaviors compared to sport participation alone ※2 Participation in sports alone was a significant predictor of growth in alcohol-related behaviors over the 6-years.
Terry-McElrath & O'Malley (2011)	N = 11,741 Age 18 at baseline, and reassessed 4 times every 2 years		✓	✓ ※	※ Sport participation was not significantly related to changes to changes in alcohol use over time
Mahoney & Vest (2012)	N = 1115 Twelve to 18 years at baseline, and they were reassessed when they were 18-to-24			✓	
Sher & Rutledge (2007)	N = 3720 Freshman students first entering college and followed-up after first semester		✓		There were significant increases in heavy drinking from pre-college to first semester of college
		17.6%*	82.4%*	29.4%*	

* These values show the percentage of the number of findings to total number of previous studies. Five studies of all include two findings

最近研究によっても支持されている⁹³⁾。この点に関連して、座位型TVゲーム時間 (sedentary video games: SVGs) をアクティブ型TVゲーム (active video games: AVGs) や運動外遊び (active outdoor play: AOP) 時間に置き換えた場合に、メンタルヘルス (情緒的問題, 生活の満足度, 社会的ふるまい) に問題を抱える子どもの

発生率をシミュレーションした横断研究がある⁹⁴⁾。これによると、1日あたり1時間のSVGsをAVGsに置き換えることで情緒的問題を抱える子どもの割合が6%減少し、生活への満足感が充たされる、あるいは社会的ふるまいが良好である子どもの割合がそれぞれ4%および13%増加することを報告している。ただし、1日あたり

Table 5-B. Overview of findings on relationships between sports participation and drug use in a review study⁵³⁾

Authors	Sample	Favorable	Unfavorable	Null	Special note
Aaron et al. (1995)	N = 405, 12-16 year-old at baseline One & 4 years Follow-up from baseline			✓	
Eccles & Barber (1999)	N = 1256 Grades 10 & 12		✓		
Barber et al. (2001) ⁵⁴⁾	N = 900 Aged 16 at baseline There were 3 subsequent follow-up assessments 2, 5, & 9 years later	✓			Athletes reported increases in marijuana use throughout high school but their rates stabilized in their early adulthood. Non-athletes had similar increases throughout high school, and their stabilization rates occurred later in adulthood
Crossnoe (2002) ⁵⁵⁾	N = 2651 Three years follow-up during high school			✓	Regardless of athletic status, female had lower growth in illicit drug use and other drugs
Eitle et al. (2003) ⁵⁶⁾	N = 1230 Aged 18 at baseline and reassessed 8 years later	✓			There was a negative association between sport participation and illegal drug use among African Americans when they reached early adulthood
Darling (2005)	N = 3427	✓			More years involved in extracurricular activities, including intramural sports, were significantly associated lower use in marijuana use and other drugs
Dawkins et al. (2006) ⁵⁷⁾	N = 1052 Grade 10 & 12	✓			
Fauth et al. (2007)	N = 1315 Nine and 12 year-old Followed over a 6-year period		✓		Sport participation at baseline was associated with greater substance use at 3- and 5-year follow-ups, and associated with greater and substance use over time
Peck et al. (2008)	N = 1000 Twelve years old Three follow-ups 4-years apart		✓		The positive relationship was stronger among sport participants who were also above average users of alcohol and drugs at age 18
Wichstrom & Wichstrom (2009) ⁵⁹⁾	N = 3251 Aged 13-to-19 at baseline, and reassessed 2, 5, and 7 years later	✓ ※			※ Sports participation had an reduced growth in cannabis use
Terry-McElrath & O'Malley (2011)	N = 11,741 Age 18 at baseline, and reassessed 4 times every 2 years		✓	✓ ※	※ Sport participation was not significantly related to changes to changes in marijuana, or other illicit drug use over time
Mahoney & Vest (2012)	N = 1115 Twelve to 18 years at baseline, and they were reassessed when they were 18-to-24			✓	
		41.7%*	33.3%*	33.0%*	

* These values show the percentage of the number of findings to total number of previous studies. One study includes two findings

1時間のAOPをAVGsに置き換えると、情緒的問題では7%増加し、生活の満足度、社会的ふるまいではそれぞれ3%と6%の減少がみられたと報告しており、自然環境下での運動遊びの重要性が示唆されている。

以上のことから、運動遊びの形態は多様性を有しており定義づけが難しいものの、自然環境がもたらす恩恵に加え、大人の管理下でない環境で主体的に体を動かすことによる相乗効果が、精神的ストレスの軽減や社会スキルの獲得に大きく寄与していることが考えられる。これ

は我々が想像する以上に、運動遊びが子どもの心理、社会的健康の増進に有効である可能性が高く、運動・スポーツに目が向けられがちな現代社会において、改めて子どもの屋外での運動遊び環境の整備や政策を見直す必要があるのかもしれない。児童期、青少年期の体を動かした体験値、すなわち身体活動の量的、質的側面が成人以降の運動習慣や身体活動にトラッキングすること^{95,96)}を踏まえると、運動遊びを対象としたさらなる研究の蓄積が求められよう。

Table 6. Classification of risky outdoor play behaviors in previous studies⁶⁰⁻⁶²⁾

Risky play categories	Definition	Examples
Great heights	Danger of injury from falling	Climbing/jumping from surfaces, balancing/playing on high objects (e.g., playground equipment), hanging/swinging at great heights
High speed	Uncontrolled speed and pace that can lead to collision with something (or someone)	Swinging at high speed
Dangerous tools	Can lead to injuries and wounds	Cutting tools (e.g., knives, saws, or axes), strangling tools (e.g., ropes)
Dangerous elements	Where children can fall into or from something	Cliffs, water, fire pits, trees
Rough and Tumble Play	Where children can be harmed	Wrestling or play fighting with other children or parents
Disappera / get lost	Where children can disappear from the supervision of adults or get lost alone	Exploring alone, playing alone in unfamiliar environments, general independent mobility, or unsupervised play

ま と め

本研究は、活動強度、組織的運動・スポーツ、非組織的運動遊びの視点から身体活動を捉え、メンタルヘルス、ライフスキルを含む社会スキル、健康行動などのヘルスアウトカムに関連する恩恵についての知見を整理することを目的とした。

その結果、運動・スポーツによる恩恵として、特にMVPAなどの強度的側面からみた効果には、介入研究にみられるように短期的な効果として抑うつ症状の改善や不安感の減少がみられた。さらに、総身体活動量が多いことによる効果とする知見も複数あり、強度と共に量的な側面にも着目する必要がある。

また、組織的運動・スポーツへの所属の有無という観点からは、メンタルヘルスの増進や社会スキルの獲得に寄与するという知見が大半であるが、それはトップアスリートを対象とした場合を除いてである。

非健康行動においては、薬物への抑止力となる可能性を含んでいるが、飲酒においては運動・スポーツのコミュニティへの所属がむしろ助長している可能性もある。ただし、性差、人種差、社会的経済状況、運動・スポーツの種目特性を考慮すると結論は一様でない。また非組織的運動遊びの視点からは、自然環境がもたらす恩恵に加え、大人の管理下でない環境で主体的に体を動かすことが相乗効果となり、精神的ストレスの軽減や社会スキルの獲得に大きく寄与していることが明らかとなった。

まとめると、子どもにおける運動・スポーツ活動には、同じ目的を共有した仲間の集まりであるコミュニティが形成されていることが重要であり、そこにある一定以上の量や強度が伴った身体活動が付加されることで、他の文化芸術活動などの活動でもたらされる健康への恩恵以上のものが期待できるのかもしれない。また、非組織的な運動遊びは、我々が想像する以上に子どもの心理、社

会的健康の増進に有効となる可能性が示された。我が国では東京オリンピックを目前に運動・スポーツへの関心が高まっているものの、地域間の所得格差⁹⁷⁾や組織的な運動・スポーツを享受する機会の平等性という点では大きな課題を抱えている⁹⁸⁾。その点では、子どもの運動遊びを促進するための環境の再整備や新たな政策を提案することは、波及効果の視点からみても有効といえるのかもしれない。例えば、都市計画法に基づき首都圏近郊の街区公園は年々増加している一方で、遊び場として利用している子どもの割合は5割程度に留まっており、その利用頻度も週1～2回程度であることが報告されている⁹⁹⁾。その原因には、利用する子どもが求める遊び場と実際の公園環境には大きな隔たりのあることが考えられる⁹⁹⁾。そのため、屋外での運動遊びの促進に向けた具体的な提案をするならば、既存の街区公園のリノベーションなどは有効な環境整備の1つと考えられよう¹⁰⁰⁾。

最後に、本研究で引用した研究成果のエビデンスレベルは必ずしも高いとはいえず、また国内の研究成果も限られているため、今後はアウトカムに対して運動・スポーツの効果について体系的な組織へ所属する意義とそこである一定以上の運動強度を実施する意義を区別した追跡調査や対象者特性を踏まえた介入研究による成果の蓄積と整理が必要である。

利益相反自己申告：申告すべきものはなし

謝 辞

本研究は平成25年度日本体力医学会プロジェクト研究、ならびにJSPS科研費JP15H03108の助成を受けたものである。

引用文献

- 1) 日本学術会議. 日本の子どものヘルスプロモーション, pp12-13, 2010.

- 2) Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 32: 1-11, 2008.
- 3) Poitras VJ, Gray CE, Borghese MM, Carson V, Chaput JP, Janssen I, Katzmarzyk PT, Pate RR, Connor Gorber S, Kho ME, Sampson M, Tremblay MS. Systematic review of the relationships between objectively measured physical activity and health indicators in school-aged children and youth. *Appl Physiol Nutr Metab* 41: S197-239, 2016.
- 4) Pate RR, Trost SG, Levin S, Dowda M. Sports participation and health-related behaviors among US youth. *Arch Pediatr Adolesc Med* 154: 904-911, 2000.
- 5) Bangsbo J, Krstrup P, Duda J, Hillman C, Andersen LB, Weiss M, Williams CA, Lintunen T, Green K, Hansen PR, Naylor PJ, Ericsson I, Nielsen G, Froberg K, Bugge A, Lundbye-Jensen J, Schipperijn J, Dagkas S, Agergaard S, von Seelen J, Østergaard C, Skovgaard T, Busch H, Elbe AM. The Copenhagen Consensus Conference 2016: children, youth, and physical activity in schools and during leisure time. *Br J Sports Med* 50: 1177-1178, 2016.
- 6) 大島秀武, 引原有輝, 笠次良爾, 村瀬訓生, 石井好二郎: 思春期前期向けに改変した日本語版IPAQによる中高強度身体活動量評価の妥当性, 体力科学, 66: 427-436, 2017.
- 7) van Sluijs EM, McMinn AM, Griffin SJ. Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *Br J Sports Med* 42: 653-657, 2008.
- 8) Metcalf B, Henley W, Wilkin T. Effectiveness of intervention on physical activity of children: systematic review and meta-analysis of controlled trials with objectively measured outcomes (EarlyBird 54). *BMJ* 345: e5888, 2012.
- 9) Strauss RS, Rodzilsky D, Burack G, Colin M. Psychosocial correlates of physical activity in healthy children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 155: 897-902, 2001.
- 10) Parfitt G, Pavey T, Rowlands AV. Children's physical activity and psychological health: the relevance of intensity. *Acta Paediatr* 98: 1037-1043, 2009.
- 11) Standage M, Gillison FB, Ntoumanis N, Treasure DC. Predicting students' physical activity and health-related well-being: a prospective crossdomain investigation of motivation across school physical education and exercise settings. *J Sport Exerc Psychol* 34: 37-60, 2012.
- 12) Herman KM, Sabiston CM, Tremblay A, Paradis G. Self-rated health in children at risk for obesity: associations of physical activity, sedentary behavior, and BMI. *J Phys Act Health* 11: 543-552, 2014.
- 13) Johnson CC, Murray DM, Elder JP, Jobe JB, Dunn AL, Kubik M, Voorhees C, Schachter K. Depressive symptoms and physical activity in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc* 40: 818-826, 2008.
- 14) Sebire SJ, Jago R, Fox KR, Page AS, Brockman R, Thompson JL. Associations between children's social functioning and physical activity participation are not mediated by social acceptance: a cross-sectional study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 8: 106, 2011.
- 15) Wiles NJ, Haase AM, Lawlor DA, Ness A, Lewis G. Physical activity and depression in adolescents: cross-sectional findings from the ALSPAC cohort. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol* 47: 1023-1033, 2012.
- 16) Young D, Saksvig BI, Wu TT, Zook K, Li X, Champaloux S, Grieser M, Lee S, Treuth MS. Multilevel correlates of physical activity for early, mid, and late adolescent girls. *J Phys Act Health* 11: 950-960, 2014.
- 17) Kriemler S, Zahner L, Schindler C, Meyer U, Hartmann T, Hebestreit H, Brunner-La Rocca HP, van Mechelen W, Puder JJ. Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 340: c785, 2010.
- 18) Toseeb U, Brage S, Corder K, Dunn VJ, Jones PB, Owens M, St Clair MC, van Sluijs EM, Goodyer IM. Exercise and depressive symptoms in adolescents: a longitudinal cohort study. *JAMA Pediatr* 168: 1093-1100, 2014.
- 19) Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, Kunz R, Vist G, Brozek J, Norris S, Falck-Ytter Y, Glasziou P, DeBeer H, Jaeschke R, Rind D, Meerpohl J, Dahm P, Schünemann HJ. GRADE guidelines: 1. Introduction-GRADE evidence profiles and summary of findings tables. *J Clin Epidemiol* 64: 383-394, 2011.
- 20) Langguth N, Schmid J, Gawrilow C, Stadler G. Within-person link between depressed affect and moderate-to-vigorous physical activity in adolescence: an intensive longitudinal approach. *Appl Psychol Health Well Being* 8: 44-63, 2016.
- 21) Tymms PB, Curtis SE, Routen AC, Thomson KH, Bolden DS, Bock S, Dunn CE, Cooper AR, Elliott JG, Moore HJ, Summerbell CD, Tiffin PA, Kasim AS. Clustered randomised controlled trial of two education interventions designed to increase physical activity and well-being of secondary school students: the MOVE Project. *BMJ Open* 6: e009318, 2016.
- 22) Wang JJ, Baranowski T, Lau PW, Chen TA, Zhang SG. Psychological correlates of self-reported and objectively measured physical activity among Chinese children—psychological correlates of PA. *Int J Environ Res Public Health* 13: e1006, 2016.
- 23) Zahl T, Steinsbekk S, Wichstrøm L. Physical activity, sedentary behavior, and symptoms of major depression in middle childhood. *Pediatrics* 139: e20161711, 2017.
- 24) Biddle SJ and Asare M. Physical activity and mental health in children and adolescents: a review of reviews. *Br J Sports Med* 45: 886-895, 2011.
- 25) Calfas KJ and Taylor WC. Effects of physical activity on psychological variables in adolescents. *Pediatr Exerc Sci* 6: 406-423, 1994.
- 26) Craft LL and Landers DM. The effect of exercise on clinical depression and depression resulting from

- mental illness: A meta-analysis. *J Sport Exerc Psychol* 20: 339-357, 1998.
- 27) Wipfli BM, Rethorst CD, Landers DM. The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose-response analysis. *J Sport Exerc Psychol* 30: 392-410, 2008.
 - 28) Larun L, Nordheim LV, Ekeland E, Hagen KB, Heian F. Exercise in prevention and treatment of anxiety and depression among children and young people. *Cochrane Database Syst Rev* 19: CD004691, 2006.
 - 29) Ekeland E, Heian F, Hagen KB, Abbott J, Nordheim L. Exercise to improve self-esteem in children and young people. *Cochrane Database Syst Rev*: CD003683, 2004.
 - 30) 川勝佐希, 笠次良爾, 國土将平, 石井好二郎: 質問紙による中学生期における身体活動と健康関連QOLおよび抑うつ傾向の実態調査, 発育発達研究, 62: 75-86, 2014.
 - 31) 川勝佐希, 國土将平, 森田憲輝, 鈴木和弘, 渡邊將司, 笠次良爾, 上地広昭, 長野真弓, 山津幸司, 堤 公一, 辻 延浩, 久米大祐, 石井好二郎: 大規模調査から確認された思春期前期の子どもの身体活動とメンタルヘルス, 体力科学, 66: 70, 2017.
 - 32) 永松俊哉: 青年期におけるメンタルヘルスと運動・スポーツ活動の関係, 体力科学, 65: 375-381, 2016.
 - 33) Eime RM, Young JA, Harvey JT, Charity MJ, Payne WR. A systematic review of the psychological and social benefits of participation in sport for children and adolescents: informing development of a conceptual model of health through sport. *Int J Behav Nutr Phys Act* 10: 98, 2013.
 - 34) Brunet J, Sabiston CM, Chaiton M, Barnett TA, O'Loughlin E, Low NC, O'Loughlin JL. The association between past and current physical activity and depressive symptoms in young adults: a 10-year prospective study. *Ann Epidemiol* 23: 25-30, 2013.
 - 35) Brown DR, Galuska DA, Zhang J, Eaton DK, Fulton JE, Lowry R, Maynard LM. Psychobiology and behavioral strategies. physical activity, sport participation, and suicidal behavior: U.S. high school students. *Med Sci Sports Exerc* 39: 2248-2257, 2007.
 - 36) Taliaferro LA, Rienzo BA, Miller MD, Pigg RM Jr, Dodd VJ. High school youth and suicide risk: exploring protection afforded through physical activity and sport participation. *J Sch Health* 78: 545-553, 2008.
 - 37) Guèvremont A, Findlay L, Kohen D. Organized extra-curricular activities: are in-school and out-of-school activities associated with different outcomes for Canadian youth? *J Sch Health* 84: 317-325, 2014.
 - 38) McMahon EM, Corcoran P, O'Regan G, Keeley H, Cannon M, Carli V, Wasserman C, Hadlaczky G, Sarchiapone M, Apter A, Balazs J, Balint M, Bobes J, Brunner R, Cozman D, Haring C, Iosue M, Kaess M, Kahn JP, Nemes B, Podlogar T, Poštuvan V, Sáiz P, Sisask M, Tubiana A, Värnik P, Hoven CW, Wasserman D. Physical activity in European adolescents and associations with anxiety, depression and well-being. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 26: 111-122, 2017.
 - 39) Vella SA, Cliff DP, Magee CA, Okely AD. Associations between sports participation and psychological difficulties during childhood: a two-year follow up. *J Sci Med Sport* 18: 304-309, 2015.
 - 40) Vella SA, Cliff DP, Magee CA, Okely AD. Sports participation and parent-reported health-related quality of life in children: longitudinal associations. *J Pediatr* 164: 1469-1474, 2014.
 - 41) Vella SA, Magee CA, Cliff DP. Trajectories and Predictors of Health-Related Quality of Life during Childhood. *J Pediatr* 167: 422-427, 2015.
 - 42) Sabiston CM, O'Loughlin E, Brunet J, Chaiton M, Low NC, Barnett T, O'Loughlin J. Linking depression symptom trajectories in adolescence to physical activity and team sports participation in young adults. *Prev Med* 56: 95-98, 2013.
 - 43) Jewett R, Sabiston CM, Brunet J, O'Loughlin EK, Scarapicchia T, O'Loughlin J. School sport participation during adolescence and mental health in early adulthood. *J Adolesc Health* 55: 640-644, 2014.
 - 44) Sabiston CM, Jewett R, Ashdown-Franks G, Belanger M, Brunet J, O'Loughlin E, O'Loughlin J. Number of years of team and individual sport participation during adolescence and depressive symptoms in early adulthood. *J Sport Exerc Psychol* 38: 105-110, 2016.
 - 45) Badura P, Geckova AM, Sigmundova D, van Dijk JP, Reijneveld SA. When children play, they feel better: organized activity participation and health in adolescents. *BMC Public Health* 15: 1090, 2015.
 - 46) Piché G, Fitzpatrick C, Pagani LS. Associations between extracurricular activity and self-regulation: a longitudinal study from 5 to 10 years of age. *Am J Health Promot* 30: e32-40, 2015.
 - 47) Ekelund RC, Gould D. Emotional stress anxiety in the child and adolescent athlete. In: *The Young Athlete (Hebestreit H, Bar-Or O, eds)*, Blackwell Publishing Ltd, MA, USA, 319-334, 2008.
 - 48) Merkel DL. Youth sport: positive and negative impact on young athletes. *Open Access J Sports Med* 4: 151-160, 2013.
 - 49) O'Loughlin J, Karp I, Koulis T, Paradis G, Difranza J. Determinants of first puff and daily cigarette smoking in adolescents. *Am J Epidemiol* 170: 585-597, 2009.
 - 50) Azagba S, Langille D, Asbridge M. The consumption of alcohol mixed with energy drinks: prevalence and key correlates among Canadian high school students. *CMAJ Open* 1: E19-26, 2013.
 - 51) 三好美浩, 勝野真吾, 和田 清: 全国高校生におけるクラブ活動および運動と喫煙・飲酒・薬物乱用との関連 - 2004, 2006, 2009年JSPAD調査のボンド・サンプルの結果 -, 日本アルコール・薬物医学会雑誌, 48: 426-444, 2013.
 - 52) Takakura M. Relations of participation in organized activities to smoking and drinking among Japanese youth: contextual effects of structural social capital in high school. *Int J Public Health* 60: 679-689, 2015.

- 53) Kwan M, Bobko S, Faulkner G, Donnelly P, Cairney J. Sport participation and alcohol and illicit drug use in adolescents and young adults: a systematic review of longitudinal studies. *Addict Behav* 39: 497-506, 2014.
- 54) Barber BL, Eccles JS, Stone MR. Whatever happened to the jocks, the brain, and the princess? young adult pathways linked to adolescent activity involvement and social identity. *J Adolesc Res* 16: 429-455, 2001.
- 55) Crossnoe R. Academic and health-related trajectories in adolescence: the intersection of gender and athletics. *J Health Soc Behav* 43: 317-335, 2002.
- 56) Eitle D, Turner JR, Eitle TM. The deterrence hypothesis reexamined: sport participation and substance use among young adults. *J Drug Issues* 33: 193-221, 2003.
- 57) Dawkins MP, Williams MM, and Guilbault M. Participation in school sports: Risk or protective factor for drug use among black and white students? *J Negro Educ* 75: 25-33, 2006.
- 58) Hoffmann JP. Extracurricular activities, athletic participation, and adolescent alcohol use: gender-differentiated and school-contextual effects. *J Health Soc Behav* 47: 275-290, 2006.
- 59) Wichstrom T and Wichstrom L. Does sport participation during adolescence prevent later alcohol, tobacco, and cannabis use? *Addiction* 104: 138-149, 2009.
- 60) Sandseter EBH, and Kennair LEO. Children's risky play from an evolutionary perspective: The anti-phobic effects of thrilling experiences. *Evol Psychol* 9: 257-284, 2011.
- 61) Sandseter EBH. Categorising risky play—how can we identify risk-taking in children's play? *Eur Early Child Educ Res J* 15: 237-252, 2007.
- 62) Sandseter EBH. Characteristics of risky play. *J Adventure Educ Outdoor Learn* 9: 3-21, 2009.
- 63) Brussoni M, Gibbons R, Gray C, Ishikawa T, Sandseter EB, Bienenstock A, Chabot G, Fuselli P, Herrington S, Janssen I, Pickett W, Power M, Stanger N, Sampson M, Tremblay MS. What is the relationship between risky outdoor play and health in children? a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 12: 6423-6454, 2015.
- 64) Prezza M, Pilloni S, Morabito C, Sersante C, Alparone FR, Giuliani MV. The influence of psychosocial and environmental factors on children's independent mobility and relationship to peer frequentation. *J Community Appl Soc Psychol* 11: 435-450, 2001.
- 65) Pellegrini A. Elementary-school children's rough-and-tumble play and social competence. *Dev Psychol* 24: 802-806, 1988.
- 66) Pellegrini AD. Elementary school children's rough-and-tumble play. *Early Child Res Q* 4: 245-260, 1989.
- 67) DeWolf D. Preschool children's negotiation of inter-subjectivity during rough and tumble play, Louisiana State University: Baton Rouge, LA, USA, 1999.
- 68) Colwell MJ, Lindsey EW. Preschool children's pretend and physical play and sex of play partner: connections to peer competence. *Sex Roles* 52: 497-509, 2005.
- 69) Pellegrini AD. A Longitudinal study of boys' rough-and-tumble play and dominance during early adolescence. *J Appl Dev Psychol* 16: 77-93, 1995.
- 70) Hayward DG, Rothenberg M, Beasley RR. Children's play and urban playground environments: a comparison of traditional, contemporary, and adventure playground types. *Environ Behav* 6: 131-168, 1974.
- 71) Bundy AC, Lockett T, Tranter PJ, Naughton GA, Wyver SR, Ragen J, Spies G. The risk is that there is "no risk": a simple, innovative intervention to increase children's activity levels. *Int J Early Years Educ* 17: 33-45, 2009.
- 72) Tremblay MS, Gray C, Babcock S, Barnes J, Bradstreet CC, Carr D, Chabot G, Choquette L, Chorney D, Collyer C, Herrington S, Janson K, Janssen I, Larouche R, Pickett W, Power M, Sandseter EB, Simon B, Brussoni M. Position statement on active outdoor play. *Int J Environ Res Public Health* 12: 6475-6505, 2015.
- 73) Hüttenmoser M. Children and their living surroundings: empirical investigation into the significance of living surroundings for the everyday life and development of children. *Child Environ* 12: 403-413, 1995.
- 74) Dowdell K, Gray T, Malone K. Nature and its influence on children's outdoor play. *Aust J Outdoor Ed* 12: 24-35, 2011.
- 75) Korpela K, Kytta M, Hartig T. Restorative experience, self-regulation, and children's special place preferences. *J Environ Psychol* 22: 387-398, 2002.
- 76) Becker DR, McClelland MM, Loprinzi P, Trost SG. Physical activity, self-regulation, and early academic achievement in preschool children. *Early Educ Dev* 25: 56-70, 2014.
- 77) Lavrysen A, Bertrands E, Leyssen L, Smets L, Vanderspikken A, De Graef P. Risky-play at school. facilitating risk perception and competence in young children. *Eur Early Child Educ* 25: 89-105, 2015.
- 78) Veitch J, Bagley S, Ball K, Salmon J. Where do children usually play? a qualitative study of parents' perceptions of influences on children's active free-play. *Health Place* 12: 383-393, 2006.
- 79) McArdle K, Harrison T, Harrison D. Does a nurturing approach that uses an outdoor play environment build resilience in children from a challenging background? *J Adventure Ed Outdoor Learn* 13: 238-254, 2013.
- 80) Kochanowski L, Carr V. Nature playscapes as contexts for fostering self-determination. *Child. Youth Environ* 24: 146-167, 2014.
- 81) Canning N. "Where's the bear? Over there!"—creative thinking and imagination in den making. *Early Child Dev Care* 183: 1042-1053, 2013.
- 82) Gray P. The decline of play and the rise of psychopathology in children and adolescents. *Amer J Play* 3: 443-463, 2011.
- 83) Maas JM, Verheij RA, Vries SD, Spreeuwenberg P, Schellevis FG, Groenewegen PP. Morbidity is related

- to a green living environment. *J Epidemiol Community Health* 63: 967-973, 2009.
- 84) McCurdy LE, Winterbottom KE, Mehta SS, Roberts JR. Using nature and outdoor activity to improve children's health. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* 40: 102-117, 2010.
 - 85) Wells NM. At home with nature: effects of "greenness" on children's cognitive functioning. *Environ Behav* 32: 775-795, 2003.
 - 86) Glosser G and Goodglass H. Disorders in executive control functions among aphasic and other brain damaged patients. *J Clin Exp Neuropsychol* 12: 485-501, 1990.
 - 87) Mole M, Marshall L, Pietrowsky R, Lutzenberger W. Dimensional complexity of the EEG indicates a right frontocortical locus of attentional control. *Psychophysiology* 9: 45-55, 1995.
 - 88) Coull JT, Frackowiak RSJ, Frith CD. Monitoring for target objects: activation of right frontal and parietal cortices with increasing time on task. *Neuropsychologia* 36: 1325-1334, 1998.
 - 89) Wells NM, Evans GW. Nearby nature: a buffer of life stress among rural children. *Environ Behav* 35: 311-330, 2003.
 - 90) Taylor AF, Kuo FE, Sullivan WC. Coping with ADD: The surprising connection to green play settings. *Environ Behav* 33: 54-77, 2001.
 - 91) Kuo FE, Taylor AF. A potential natural treatment for attention-deficit/hyperactivity disorder: evidence from a national study. *Am J Public Health* 94: 1580-1586, 2004.
 - 92) Taylor AF, Kuo FE. Children with attention deficits concentrate better after walk in the park. *J Atten Disord* 12: 402-409, 2009.
 - 93) Mainella FP, Agate JR, Clark BS. Outdoor-based play and reconnection to nature: a neglected pathway to positive youth development. *New Dir Youth Dev* 2011: 89-104, 2011.
 - 94) Janssen I. Estimating Whether Replacing Time in Active Outdoor Play and Sedentary Video Games With Active Video Games Influences Youth's Mental Health. *J Adolesc Health* 59: 517-522, 2016.
 - 95) Telama R. Tracking of physical activity from childhood to adulthood: a review. *Obes Facts* 2: 187-195, 2009.
 - 96) Tammelin T, Näyhä S, Hills AP, Järvelin MR. Adolescent participation in sports and adult physical activity. *Am J Prev Med* 24: 22-28, 2003.
 - 97) 内閣府経済社会総合研究所. 平成26年度県民経済計算について, http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kenmin/files/contents/pdf/gaiyou.pdf#search (平成29年10月25日現在)
 - 98) 文部科学省. 体育・スポーツ施設現況調査結果の概要, http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/shi-satsu/kekka/1261398.htm (平成29年10月25日現在)
 - 99) 平塚寛之, 引原有輝: 街区公園の現状分析ならびに子どもの利用状況と興味関心, 発育発達研究, 67: 1-15, 2015.
 - 100) Bohn-Goldbaum EE, Phongsavan P, Merom D, Rogers K, Kamalesh V, Bauman AE. Does playground improvement increase physical activity among children? A quasi-experimental study of a natural experiment. *J Environ Public Health* 2013: 109841, 2013.