

集中力と分子栄養学的介入についての統合レビュー I

機能低下リスクと因子別の影響の総合評価

渡邊 直樹

IMN Research Center*研究員

watanabe@imn-rc.org

工藤 八

IMN Research Center*研究所長

kudo@imn-rc.org

1 はじめに

1.1 集中力と脳の健康の理想

世界保健機関は脳の健康を認知・感覚・感情・行動・運動機能が生涯を通じて最適に働く状態と定義するが、この概念を実務で評価する指標や到達水準については十分な合意が得られていないと指摘されている [1]。注意資源がある情報へ集中的に配分し続ける能力、すなわち集中力は学業成績 [2]、就労生産性 [3]、交通安全 [4] など日常成果に大きく関与すると考えられる。しかし集中力をどの程度維持・拡張できれば健康と見なせるかはまだ明確ではなく、理想水準の未確定は研究結果の比較や介入効果の社会実装を難しくしている。

1.2 集中力を形づくる下位構成要素

注意は警戒系、定位系、実行制御系の三つの神経ネットワークに大別される [5]。運用面では 1. 持続的注意、2. 選択的注意、3. 交替注意、4. 分割注意などに細分化される [6]。集中力低下は主として持続的・選択的注意の破綻として観測されるが、学習場面では交替注意の遅延、運転や歩行では分割注意の低下が事故リスクに直結し得る [4]。場面ごとに寄与するサブドメインが異なるため、統合的視点が不可欠である。

1.3 有病率と社会的負担

成人注意障害スペクトラムの代表である ADHD は就労人口のおよそ 3.5% を占め、一人当たり年間 22 日相当の労働損失を伴う [3]。診断閾値に至らない集中力低下はさらに広範に存在すると推定される。オンライン試験で 1430 名を対象に分析したところ、持続的注意指標 d' が 20 歳前後でピークに達した後、加齢とともに緩徐に低下し、60 代以降で急落した [7]。また睡眠関連問題に起因すると考えられる不注意による通勤・職場事

故は労働傷害の一割以上を占め、公衆衛生上の負担となっている [8]。

1.4 危険因子の多層性

集中力は発達段階、性ホルモン、遺伝的感受性などの生得的素因と、睡眠不足 [9]、慢性ストレス [9]、うつ病 [27]、頭部外傷 [28]、鉄・マグネシウム欠乏 [32]、薬物使用 [30]、大気汚染 [29] などの後天的修飾因子の交差点に位置する。リスクが多層であることは介入機会が複数存在することを示す一方、個別研究では対象因子が限定されるため、効果の大きさや相互作用はいまだ断片的にしか把握されていない。

1.5 栄養介入の位置づけ

薬理的刺激薬は ADHD 症状に代表される注意不足を短期に改善するが、長期安全性や一般成人への外挿には限界がある。栄養学的介入は安全域が比較的広く日常生活に取り入れやすい手段として注目される。欧州食品安全機関はカフェイン 75 mg 以上を含む紅茶が摂取後 90 分以内の注意集中を助けると評価した [10]。ビタミン B 複合とビタミン C およびミネラルを 33 日間補給した無作為化試験では連続計算課題の正答率が向上した [11]。DHA / EPA、マグネシウム、鉄補充などを扱うメタ解析も報告されているが、これらを統合的に報告したレポートは見つかっておらず、機序や他の要因による影響、栄養素介入による効果量や推奨量の比較には体系的整理が求められる。

1.6 本レビューの目的

これまでの研究は注意の下位構成要素や背景因子を個別に取り上げることが多く、栄養素ごとの効果量を横並びで整理したレビューは限られている。本レビューでは既報のランダム化比較試験 (RCT) とメタ解析を抽出し、報告されている効果量や方向性を表形式で整理する。ビタミン、ミネラル、脂質、急性作用成分の各カテゴリーについて、効果の有無・おおよその強

*IMN Research Center = Integrated Molecular Nutrition Research Center

度・対象集団を一覧化し、集中力改善の手がかりを俯瞰することで、今後の分子栄養学的研究デザインと実務的推奨量設定の出発点を提供することを主な目的とする。

2 集中力の階層構造と機能低下のリスク

2.1 注意資源配分のレイヤーと下位機能

注意は膨大な感覚入力の中から処理すべき情報を選び、脳内資源を配分する基盤機能である [5]。その運用形態の一つである集中力は、選択された情報に資源を集中的に保持し続ける状態を指す。本論で扱う注意ネットワークは警戒系、定位系、実行制御系の三層に整理され、運用面では持続的注意、選択的注意、交替注意、分割注意に細分化される [6]。下位機能が低下すると状況特有の不具合が現れ、臨床・社会的リスクへ結びつく。

表 1: 注意下位機能ごとの不具合例と実生活アウトカム

下位機能	典型的な不具合例	報告されている転帰	主なエビデンス
警戒・覚醒	眠気・反応遅延によるヒヤリハット	夜勤時の職場事故増加	交通管 制員 コホート [12]
持続的注意	単調監視下での見落とし	プロドライバーの交通違反・事故増加	大型車運転者調査 [13]
選択的注意	無関係刺激に引き込まれる	小学生の読解・計算成績低下	学 童 縦 断 研 究 [14]
分割注意	二重課題で動作破綻	高齢者の転倒リスク上昇	メタ解析 [15]
交替注意	規則切替遅延による手順ミス	運転中の追突リスク増加	シミュレータ研究 [16]
定位注意	危険物探知の視線逸脱	建設現場で安全確認漏れ	VR 眼球運動試験 [17]
実行系注意	衝動的応答増加	ADHD 児の外傷リスク上昇	系統的レビュー [18]

これら指標は自覚症状が乏しい段階でも客観的に測定できるため、臨床評価やリスクスクリーニングに用いられている [12-18]。

2.2 機能低下がリスクへ至るメカニズム

警戒系の低下は刺激検出の閾値を上げ、見逃し事故を増やす。持続的注意の揺らぎは反応時間のばらつきを拡大し、重大違反のオッズ比を二倍近くに高めることが報告されている [13]。分割注意能力が落ちる高齢者は二重課題歩行で 10% 以上の速度低下を示し、12 か月以内の転倒発生率が有意に高い [15]。

2.3 栄養介入設計への示唆

標的とする下位機能によって必要な栄養素や投与タイミングは異なる。カフェインは警戒系を即時に高めるが分割注意を改

善しない [10]。長期的なマグネシウム補給やビタミン B 補給は実行系や分割注意の持続改善が報告されており [11,32]、転倒や作業ミスの予防をアウトカムに設定し得る。したがって介入研究では目的とするリスクプロファイルに応じた下位機能評価を組み込む必要がある。

3 集中力に影響を及ぼす要因

章 3 では集中力に影響を及ぼす背景要因を五つのレイヤーに整理する。第一に年齢・性別・知能など生得的個体差である。持続的注意の指標 d' は二十歳前後でピークに達し加齢とともに低下し [7]、小児期には女子が男子より反応速度に優れる傾向が報告されている [19]。知能や作業記憶容量は注意制御因子と中程度以上に相関する [20-22]。第二に睡眠不足や概日リズムの乱れといった生活リズム因子であり、徹夜や交代勤務は警戒系を著しく損ない事故リスクを高める [8,9]。第三はうつ病や成人期 ADHD など中枢性疾患で、労働損失や外傷への易罹患を通じ社会的負担が大きい [3,18]。最後に大気汚染、薬物副作用、急性アルコールなど外的曝露が存在し、個人の行動だけでは制御しにくい政策対策が重要となる [29-32]。本章は可逆性と介入主体の違いに着目して五節に分け、各変数が集中力のどの下位機能に影響し得るかを概観し、後続の栄養介入議論との接続点を明確にすることを目的とする。

3.1 健常者における集中力の背景要因

集中力のベースラインを規定する要因は大きく生得的個体差と可変的環境差に分けられる。本節では健常集団で再現性が高い三変数——加齢・性別・知能（認知予備能）——をまとめる。下表は代表的指標と主要エビデンスを対応させたものである。

表 2: 生得的個体差と集中力への影響

変数	集中力への主な影響
加齢	持続的注意の感度（刺激識別力指標 d' ）は 20 歳前後で最も高く、その後はゆるやかに下がり、60 歳代以降に急激な低下が見られる。また反応に要する時間は加齢とともに徐々に長くなる [7]。
性別	小児期は女子の平均反応時間が男子より短く集中力が高い傾向があるが、思春期以降は差が縮小する [19]。成人ではホルモン変動やストレス反応の違いが警戒レベル（刺激に備える能力）の差として現れるとの報告がある [22]。
知能・認知予備能	作業記憶容量や流動性知能が大きい人ほど課題切替時の注意コストが小さく、反応時間のばらつきも少ない。注意制御指標と知能の相関はおおよそ 0.4~0.5 と中程度以上である [20-22]。

- 刺激識別力指標 d' は、目標刺激を正しく検出し誤刺激を抑える力を数値化した感度指数。

- 平均反応時間は、光点が現れたらボタンを押すような簡易テストで測定される。
- 注意コストとは、課題を切り替えた直後に生じる余分な時間や誤反応の増分を指す。

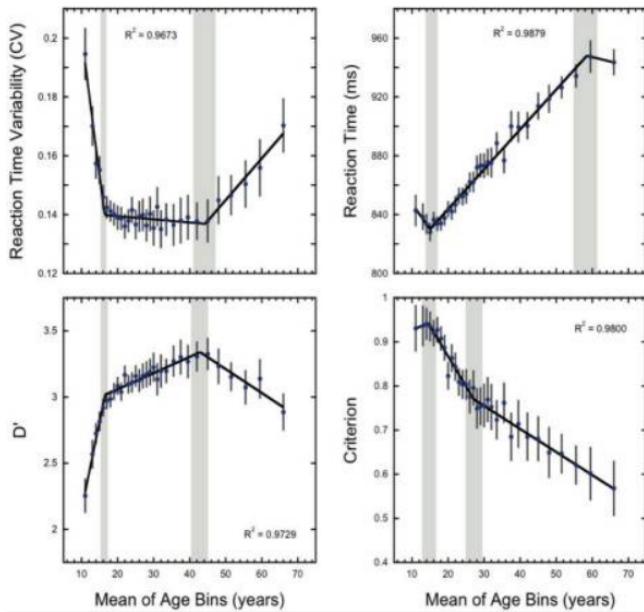


図 1: 年齢による集中力指標の変化：上段左から反応時間変動係数 (CV) と平均反応時間 (RT)，下段左から感度指数 d' と判定基準 (Criterion)。オンライン版 gradCPT に参加した約 10 000 名の成績を 2 歳刻みで集約し、滑らか線で回帰した。灰帯は急峻な変化が生じた推定ブレイクポイント (20 代前半と 50 代後半) を示す。

図 1 は 10 430 名のオンライン gradCPT 成績を年齢別に可視化したもので、四つの行動指標が生涯にわたってどのように変動するかを示している [7]。反応時間変動係数は 10 代前半に最大となり、20 代前半で最も安定した後、40 代後半から再び上昇する。つまり注意のばらつきは青年期に最も抑えられ、中高年で再び揺らぎが大きくなる。平均反応時間は 10 代後半まで加速した状態を保つが、おおむね 30 歳ごろから徐々に遅延し始める。この遅延には慎重な応答戦略へのシフトと加齢に伴う神経伝導速度低下の双方が重なっていると考えられる。感度指標である d' は小児期から 20 代前半まで急激に向上し、およそ 3.6 でピークを迎えた後、緩やかに低下する。持続的注意の能力は若年成人で最も高く、40 代後半以降は感度低下が顕著になる。これに対して *criterion* は 10 代で最も衝動的な値を示し、15 歳以降は年齢とともに単調に増加する。年を重ねるにつれて誤反応を避けるための保守的戦略が強まり、ボタンを押し控える傾向が強くなる。能力指標 (d' 、反応時間変動) と戦略指標 (平均反応時間、*criterion*) が対照的なカーブを描く点が、本図の重要な特徴である。

性別と知能・認知予備能はいずれも集中力に穏やかながら再現性のある個体差を与える。小児期には女子が男子より平均反応時間で優位に立つが、この差は思春期に縮小し、成人ではホルモン変動とストレス反応の違いが警戒レベルの微妙な揺らぎとして現れる程度にとどまる [19]。一方、作業記憶容量や流動性知能が高い人ほど課題切替時の余分な時間 (実行制御コスト) が小さく、反応時間のばらつきも少ないことが多数の潜在変数研究で確認され、相関係数はおおむね 0.4 以上の中等度を示す [20–22]。ただし知能は集中力を底上げするよりも、誤反応を抑え速度と正確性のバランスを保つ方向で働く傾向があり、訓練による可塑性も限定的である [22]。

したがって性別と知能は介入対象というよりベースライン設定と集団分けの指標として考慮すべき変数であり、試験設計では年齢区分に加えてこれらの層別化が望ましい。

3.2 生活リズム及びストレス要因

表 3: 睡眠・ストレス負荷と集中力指標の変化

条件	負荷量と集中力への影響 (主な指標を平易に記述)
全断眠	36–40 時間の完全覚醒を続けると、10 分反応テストで平均反応時間が 0.06–0.10 秒遅れ、見落とし回数が約 4 倍に増加。刺激識別感度 d' は約 0.8 低下 (3.3 → 2.5) [24]。
閉塞性睡眠時無呼吸	呼吸停止・低呼吸が 1 時間に 15 回以上ある中～重症例では、持続注意テストの効果量が標準化平均差 SMD -0.46 、反応ミスが 1 分あたり約 2 回増加 [25]。
急性心理ストレス	Trier Social Stress Test 直後 15 分で、Go/No-Go 課題の誤押し率が 5% 悪化し、反応時間が 18 ms 延長。注意配分を示す脳波成分 P3b 振幅が約 $1.5 \mu\text{V}$ 減少 [26]。

- 反応テストは 10 分間同じ作業を続ける簡易覚醒検査 (Psychomotor Vigilance Test) で、反応遅れや見落とし回数を測る。
- d' は正しい刺激と誤刺激をどれだけ区別できたかを表す感度指数。値が高いほど識別力が良い。
- 睡眠時無呼吸の重症度は 1 時間あたりの呼吸停止回数 (AHI) で表す。
- 急性ストレス課題は Trier Social Stress Test (面接と計算課題) で、ストレス直後にボタン押し課題 (Go/No-Go) を行って抑制制御を測定した。
- P3b は注意資源の配分を反映する脳波成分で、振幅が下がると情報処理が効率的に行えていないことを示す。
- SMD (標準化平均差) は複数研究の効果を比較するために値を同じ尺度へ換算した統計量。

睡眠関連要因は健常者の集中力を最も大きく揺さぶる可逆的変数である。36 時間以上の全断眠では警戒を保つ単純反応課題

で応答が 0.06–0.10 秒遅れ、見落としが 4 倍に増え、刺激を識別する感度も大幅に低下した [24]。一晩徹夜するだけで持続的注意と覚醒水準が急降下することを示しており、十分な睡眠が集中力維持の前提条件であることを裏づける。

閉塞性睡眠時無呼吸（中～重症，AHI 15 以上）では夜間断続的に低酸素と覚醒反応が繰り返される結果、日中でも反応ミスが 1 分あたり約 2 回多く、持続注意テストの成績も中程度に落ち込む [25]。慢性的な睡眠の質低下は断眠ほど劇的ではないものの、毎日の微小なパフォーマンス劣化を蓄積させる点で見逃げせないと考えられる。

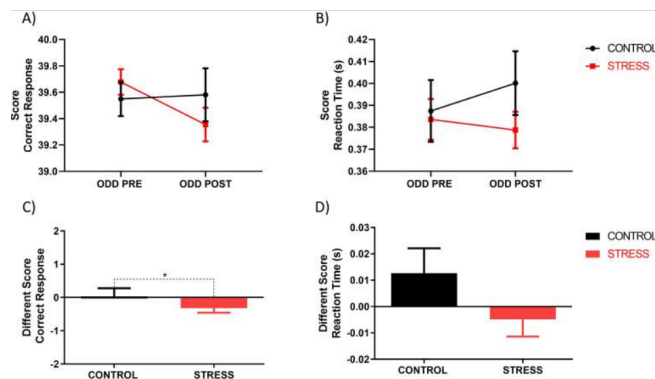


図 2: 急性心理ストレス後の Go/No-Go 課題成績 [26] 黒：対照群，赤：ストレス群。A, B = 課題前後の平均値，C, D = 差分スコア。

図 2 は Rojas-Thomas *et al.* (2023) が用いた公的ストレス課題（Trier Social Stress Test）後の Go/No-Go 成績を示す。ストレス群では正答率が約 5 ポイント低下し、反応時間が平均 18 ms 延長しており、急性心理ストレスが実行系注意と応答速度を同時に損なう様子が可視化される。瞳孔反応の増大（同論文 Fig. 4）と併せ、交感神経活性化が注意資源の配分を乱す生理学的裏づけが示唆される。急性睡眠不足や OSA が主に警戒・持続系を抑制するのに対し、心理ストレスは実行制御系への即時影響が際立つ点が本節の要点である。

3.3 精神・神経疾患による集中力変調

表 4: 精神・神経疾患と集中力への影響

条件	集中力への主な影響
大うつ病性障害 (MDD)	年齢をそろえた健常者と比べてボタン押し抑制課題 (Go/No-Go) で反応が遅く誤押しも多く、脳画像では前頭-基底核の制御ネットワークが弱く働いていた。年齢が高いほど遅延がさらに大きくなることから、うつ病と加齢が重なると集中力低下の負担が二重になる [27].
外傷性脳損傷 (TBI)	注意を切り替えるテスト (Attention Network Test) で平均反応時間が健常対照より約 0.16 秒遅れ、実行制御コスト (紛らわしい刺激で余分にかかる時間) が大きくなる。警戒や視線移動の機能は比較的保たれるが、衝動抑制と切替えが特に弱くなる [28].

- Go/No-Go 課題は押すべき刺激と押してはいけない刺激を混在させ、誤押し数や反応時間で抑制制御力を測る。
- Attention Network Test は矢印の向き判定で警戒、視線移動、実行制御の三機能を分離して測定する。実行制御コストは紛らわしい（不一致）刺激で余分にかかった時間を指標にする。

大うつ病性障害では抑制制御と処理速度が一貫して低下する。前頭-基底核回路の活動が弱まるため、Go / No-Go 課題ではボタンを押し間違える割合が増え、反応時間も健常対照より長くなる。さらに年齢が高くなるほど遅延幅が拡大し、高齢うつ病では「加齢によるスローダウン」と「疾患性抑制低下」が重なって集中力の負担が二重化することが示された [27].

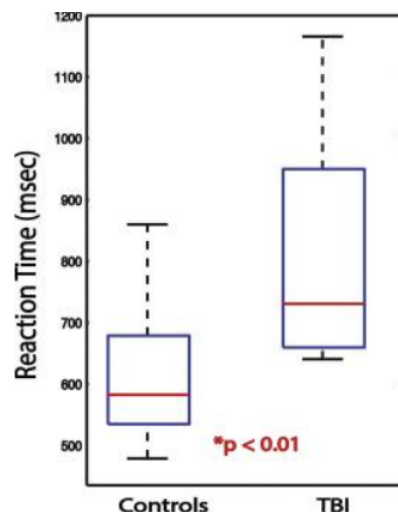


図 3: 外傷性脳損傷 (TBI) による反応時間の遅延: Attention Network Test で得られた平均反応時間の箱ひげ図 [28]

図 3 は Shah *et al.* (2017) が報告した Attention Network Test における平均反応時間を示している。健常対照群は約 600 ms で安定しているのに対し、中等度 TBI 群は約 760 ms と 160 ms

の遅延を示し、注意資源の動員に大きなコストがかかっていることが分かる。図中央の *executive* ネットワークスコアも同時に有意低下しており、TBI では抑制制御と処理速度が同時に損なわれることが可視化される [28]。

一方、大うつ病性障害では fMRI で前頭一基底核回路の賦活低下が確認され、年齢高群ほど Go/No-Go 反応時間が延長する二重負荷が示された [27]。これら所見は精神疾患が主に実行系注意を、外傷が処理速度と抑制制御の双方を強く阻害することを示唆する。

3.4 外的暴露・薬物による注意機能の攪乱

表 5: 外的暴露・薬物と集中力への影響

条件	集中力への主な影響
微小粒子状物質 PM _{2.5}	24 時間平均濃度が 10 μg m ⁻³ 高い日にストループ課題の正答率が約 0.7% 低下し、誤答が増加 [29].
交通・作業騒音	65–75 dB(A) の騒音に 30 分さらされると反応課題の平均反応時間が 0.04 秒遅れ、誤反応が約 12% 増加 [31].
室内二酸化炭素 (CO ₂)	換気不良状態の 2500 ppm でストループと加算課題の正答率が 6% 低下し、主観的眠気が 25% 増加 [32].
鎮静性抗ヒスタミン薬 (ジフェンヒドラミン 50 mg 単回)	投与 1 時間後に視覚識別課題の正答率が 6% 低下し、反応が遅延。脳画像では視覚連合皮質の活動低下を確認 [30].

- ストループ課題は文字色と意味が食い違う刺激を見て文字色のみ答えるテスト。無関係情報を抑える注意力を測る。
- 反応課題は光が点いたらボタンを押す単純な覚醒テストで、平均反応時間が短いほど警戒レベルが高い。
- ppm は空気中の CO₂ 濃度, dB(A) は騒音レベル (人の聴覚特性を加味した単位)。

大気汚染、室内空気質、騒音、鎮静性薬物はいずれも個人だけでは完全に制御しにくい外因であり、曝露低減策や薬剤選択がリスク管理の要となる。微小粒子状物質 PM_{2.5} は前頭葉血流低下や炎症経路を介して選択的注意を急性に下げる可能性が示されており、都市部居住者や呼吸器脆弱者では曝露削減の公衆衛生的意義が特に大きい [29]。換気不良で室内二酸化炭素が 2500 ppm 前後に達するとストループ課題の正答率が 6% 低下し、主観的眠気が 25% 増加したとの報告があり、会議室や教室環境でも注意低下を招き得る [32]。交通・作業騒音 65–75 dB(A) への短時間曝露でも単純反応時間が 0.04 秒遅れ誤反応が増えることから、静音化対策は職場安全だけでなく認知パフォーマンス維持にも重要である [31]。第一世代抗ヒスタミン薬は血液脳関門を通過しやすく、ヒスタミン H₁ 受容体遮断を介して覚醒

度を下げ視覚識別精度と反応速度を損なうため、日中活動前の服薬選択や用量調整が推奨される [30]。これら外的曝露は注意ネットワーク全体に即時影響を及ぼすため、急性影響を検出するスクリーニングと環境・薬剤リスク評価を組み合わせた管理が不可欠である。

4 本稿でのまとめと次稿の内容

本稿では注意ネットワークの警戒・定位・実行制御を含む下位構造を整理し、加齢・性別・知能といった生得的特性に加え、睡眠不足、精神疾患、環境曝露など可変要因が集中力に与える影響を定量的に概観した。いずれの要因も下位機能に特異的な影響パターンを示し、可逆性の高い行動因子と長期的に蓄積する環境因子の両面で介入余地が存在する。

これら背景変数を踏まえ、次稿では栄養介入が集中力をどこまで修飾できるかという問いに対し、既存レビューを統合したエビデンス評価を提示する予定である。

参考文献

- [1] World Health Organization. Brain health.
- [2] Mackenzie, C. M. *et al.* Contribution of sustained attention abilities to academic achievement. *Scientific Reports*. 2023;13:11087.
- [3] de Graaf, R., Kessler, R. C., Fayyad, J. *et al.* The prevalence and effects of adult attention-deficit/hyperactivity disorder on work performance in a nationally representative sample of workers. *Psychological Medicine*. 2008;38:1357–1364.
- [4] Jenei, P. *et al.* Sensory and cognitive predictors of braking reaction time in older drivers. *Accident Analysis and Prevention*. 2022;171:106673.
- [5] Posner, M. I., Petersen, S. E. The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*. 1990;13:25–42.
- [6] Petersen, S. E., Posner, M. I. The attention system of the human brain twenty years after. *Annual Review of Neuroscience*. 2012;35:73–89.
- [7] Fortenbaugh, F. C., DeGutis, J., Esterman, M. *et al.* Sustained attention across the life span in a 10000-person sample. *Psychological Science*. 2015;26:1494–1505.

- [8] Åkerstedt, T., Kecklund, G., Hörte, L. G. Sleep problems, work injury risk and work disability. *Sleep Medicine*. 2021;77:330–335.
- [9] Lim, J., Dinges, D. F. Sleep deprivation and vigilant attention. *Nature Reviews Neuroscience*. 2010;11:857–868.
- [10] European Food Safety Authority NDA Panel. Scientific opinion on the substantiation of health claims related to black tea and contribution to the improvement of attention. *EFSA Journal*. 2008;906:1–10.
- [11] Kennedy, D. O., Veasey, R., Watson, A. *et al.* Effects of high-dose B-vitamin complex with vitamin C and minerals on mood and cognitive performance in healthy males. *Psychopharmacology*. 2010;211:55–68.
- [12] Riedy, S. M. *et al.* Sleepiness, vigilance and incident reports in air-traffic controllers. *Safety Science*. 2021;134:105074.
- [13] Vakulin, A. *et al.* Sleepiness and road safety in heavy-vehicle drivers. *Sleep*. 2013;36:23–30.
- [14] Stevens, C. *et al.* Selective attention predicts reading and math achievement in children. *Developmental Psychology*. 2009;45:1099–1110.
- [15] Beauchet, O. *et al.* Dual-task-related gait changes and fall risk in older adults: meta-analysis. *Ageing Research Reviews*. 2009;8:19–29.
- [16] Young, M. S., Stanton, N. A. Attention switching in driving: a simulator study. *Human Factors*. 2007;49:111–126.
- [17] Hallowell, M. R. *et al.* Visual attention to hazards on construction sites: a VR eye-tracking study. *BMJ Open*. 2023;13:e075107.
- [18] Amiri, S. *et al.* Injury risk in children with ADHD: systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychiatric Research*. 2017;92:154–162.
- [19] Liao, K., Wu, C., Wang, L. *et al.* Sex differences in the sustained attention of elementary-school children: evidence from the Psychomotor Vigilance Task. *BMC Psychology*. 2022;10:195.
- [20] Draheim, C., Tsukahara, J., Martin, J. D. *et al.* Individual differences in attention control: a meta-analysis and re-analysis of latent-variable studies. *Psychological Science*. 2024;35:456–472.
- [21] Redick, T. S., Engle, R. W. Working-memory capacity and Attention Network Test performance: cognitive and methodological issues. *Psychonomic Bulletin & Review*. 2006;13:113–119.
- [22] MacDonald, S. W. S., Li, S-C., Bäckman, L. Neural underpinnings of intra-individual variability in reaction time: examining the role of attentional control. *Intelligence*. 2008;36:674–686.
- [23] Muir-Hunter, S. W., Wittwer, J. E. Dual-task walking and risk of falls in older adults: a systematic review. *Ageing Research Reviews*. 2016;24:102–117.
- [24] Basner, D. F., Dinges, D. F. Sustained attention performance during sleep deprivation. *Sleep*. 2014;37:205–215.
- [25] Pires, G. N., Martynowicz, H., Tufik, S. *et al.* Obstructive sleep apnea and attention deficits: a systematic review. *Brain Sciences*. 2023;13:921.
- [26] Rojas-Thomas, V., López-López, A., Espinosa-Garcia, T. *et al.* Impact of acute psychosocial stress on attentional control: behavioral and electrophysiological evidence. *International Journal of Psychophysiology*. 2023;187:67–78.
- [27] Rao, A., DiGangi, J., Calhoun, V. D. *et al.* The double burden of age and major depressive disorder on the cognitive-control network. *NeuroImage: Clinical*. 2015;8:173–180.
- [28] Shah, B. B., Spitz, G., Ponsford, J. L. *et al.* Executive attention deficits after traumatic brain injury reflect impaired efficiency of the executive attention network. *Journal of Neurotrauma*. 2017;34:1292–1298.
- [29] Chen, Z., Salam, M. T., Wi, S. *et al.* Short-term exposure to particulate matter air pollution is associated with impairments in memory and attention in adults. *Scientific Reports*. 2019;9:8237.
- [30] Oken, B. S., Salinsky, M. C., Elsas, S. M. III. *et al.* Functional neuroimaging of cognition impaired by a classical antihistamine. *Brain Research*. 2006;1118:217–225.

- [31] Smith, A. P., Jones, D. M. Noise and vigilance: effects of intermittent and continuous noise on performance and perceived workload. *Ergonomics*. 1992;35:1135–1145.
- [32] Satish, U. *et al.* Is CO2 an indoor pollutant? Effects of low-to-moderate CO2 concentrations on human decision-making performance. *Environmental Health Perspectives*. 2012;120:1671–1677.