

エリート女子ジュニアテニスプレーヤーにおけるシングルスゲーム時の 認知機能と競技パフォーマンスの関係

石原暢¹⁾, 黒田裕太^{1, 2)}, 川上雄一³⁾, 水野眞佐夫⁴⁾

¹⁾ 北海道大学大学院教育学院

²⁾ 北翔大学生涯スポーツ学部

³⁾ 名古屋グリーンテニスクラブグループ

⁴⁾ 北海道大学大学院教育学研究院

キーワード: 高次認知機能; 注意シフト; ゲーム分析; 主観的疲労感

【要旨】

テニス競技において、競技関連体力(例えば、敏捷性)が高い者は高い競技パフォーマンスを発揮することが示されているが、テニスシングルスプレー時の認知機能と競技パフォーマンスの関連は明らかとなっていない。本稿では、エリート女子ジュニアテニスプレーヤー対象とした、シングルスゲーム時の認知機能の経時的変化と競技パフォーマンスの関係の一事例を報告する。対象者は全国大会ベスト8の実績を持つ14歳の女子テニスプレーヤー1名とし、シングルスゲーム時(1セット)の認知機能と競技パフォーマンスを測定した。認知機能はLocal-global Taskを用い、チェンジコート毎(2ゲーム毎)に認知処理速度・正確性および注意シフトを評価した。競技パフォーマンスは2名のテニスインストラクターの目視によりコートサイドで記録した。注意シフトとラリー中のショットのエラー、ポイント取得率に強い相関関係が認められ、注意シフトが低下したゲームにおいてショットのエラーが増大し、ポイント取得率が低下した。本研究により、シングルスゲーム時における注意シフトの低下を予防することが競技パフォーマンスの維持に寄与することが示唆された。

スポーツパフォーマンス研究, 8, 229-238, 2016年, 受付日: 2016年1月7日, 受理日: 2016年6月2日

責任著者: 石原暢 〒060-0811 北海道札幌市北区北11条西7丁目

E-mail: t.ishihara@edu.hokudai.ac.jp

* * * * *

Relation between cognitive function and tennis performance during a singles match: elite junior female tennis player

Toru Ishihara¹⁾, Yuta Kuroda^{1, 2)}, Yuichi Kawakami³⁾, Masao Mizuno⁴⁾

¹⁾ Graduate School of Education, Hokkaido University

²⁾ School of Lifelong Sport, Hokusho University

³⁾ Nagoya Green Tennis Club Group

4) Faculty of Education, Hokkaido University

Key words: higher-order cognitive function, attention shifting, game analysis,
subjective fatigue

[Abstract]

Recent studies have demonstrated that greater physical fitness (e.g., agility) is related to higher quality tennis performance, whereas the effects of cognitive function on tennis performance are unclear. The present paper reports an analysis of the relation between cognitive function and tennis performance when an elite junior tennis player was participating in a singles match. The participant was a 14-year-old female tennis player who had advanced to the quarterfinals of the All Japan Tournament. Cognitive functions, including cognitive processing speed, accuracy, and attention shifting, were evaluated with a local-global task at every court change during the match. The player's tennis performance was recorded by the court-side analysts (two tennis instructors). The results indicated that shifts in her attention were significantly correlated with her rate of error in shots and the total number of points won. These results suggest that greater attention shifting may be related to higher quality tennis performance, and that improved attention shifting ability during a singles tennis match may have been an important factor in the higher quality tennis-specific performance of this elite junior female player.

I. 問題提起

テニス競技において、競技関連体力(例えば、スピード・アジリティ・パワー・有酸素性能力)と競技パフォーマンスの関連を明らかにした研究は数多く存在する(小屋ほか, 2014; Kuroda et al., 2015; Roetert et al., 1992). Kuroda et al. (2015) は全国大会出場経験を有するプレーヤーと一般プレーヤーの競技関連体力を比較し、全国大会出場経験を有するプレーヤーは一般プレーヤーと比較して全身持久力、敏捷性において優れていることを報告している。競技関連体力のみならず、認知機能(例えば、理解・判断・論理などの認知に関わる知的機能)もテニスの競技パフォーマンスにとって重要な役割を担うことが示唆されている(Alexandru et al., 2014; Overney et al., 2008)。

スポーツ競技と安静時における認知機能の関係に関する研究は数多く存在し、近年のメタ解析によるとアスリートは非鍛錬者と比較して安静時の認知処理速度や注意機能に優れており、インターセプティブスポーツ(すなわち、選手の身体やその一部と持っている道具の間での協調が求められるスポーツ;例えば、テニス、フェンシング)でその傾向が強いと報告されている(Voss et al., 2010)。テニス競技においては、Alexandru et al. (2014) が13-18歳のテニスプレーヤー対象に国内ランキングと精神運動スキルの関係を検討し、注意機能が高い者ほど国際ランキングが高いことを明らかとした。また、Overney et al. (2008) はテニスプレーヤー、トライアスロン選手、非鍛錬者の認知機能を比較し、テニスプレーヤーは他のグループと比較して注意機能が優れていることを報告している。以上は、いずれも安静時の認知機能を評価しており、テニス競技においては、安静時の認知機能を高めることは競技パフォーマンス向上に寄与すると考えられる。

認知機能の中でも、遂行機能(目標志向的認知・行動を司る認知機能)が競技パフォーマンスに与える影響が強いと予想される。遂行機能は抑制機能(自己制御、選択的注意など)、ワーキングメモリー(情報の短期的な保持および更新)、認知の柔軟性(注意シフト、新しいルールへの柔軟な適応など)を主要な下位組織とし、これらの要素が協働して論理的思考、問題解決や計画の立案などを行う高次認知機能である(Diamond, 2013; Miyake et al., 2000)。運動習慣を有している者やアスリートは認知機能の中でもとりわけ遂行機能において優れていることが明らかとされており(石原ほか, 2015a; 石原ほか, 2015b; Ishihara et al., 2016)、安静時の遂行機能は球技において競技パフォーマンスを予測する因子であることが報告されている(Vestberg et al., 2012)。Ishihara et al. (2016) はジュニアテニスプレーヤー対象に遂行機能の各側面とテニス競技歴の関連を検討した。その結果、テニス競技歴が長い者ほど高い認知の柔軟性(注意シフト)を示した一方で、抑制機能やワーキングメモリーにはそのような関連は認められなかったことを報告している。以上から、注意シフトはテニス競技パフォーマンスと関連する認知機能の一つであると予想される。

注意シフトを含む認知機能は一過性の運動により変化することが明らかとなっており(Chang et al., 2012; Verburg et al., 2015)、安静時のみならず競技プレー中の認知機能の変化と競技パフォーマンスの関連を検討する必要があると考えられる。運動に伴う認知機能の変化は運動形態(強度、持続時間、強弱変化)によって異なることが報告されている(Kamijo et al., 2004; Chang et al., 2014; 石原ほか, 2013)。石原ほか(2013)は連続的運動と間欠的運動が認知機能に与える効果を検討し、両運動とも認知処理速度が上昇し、間欠的運動においては疲労感の増大に伴い注意シフトが低下したことを報告している。間欠的運動であるテニスにおいて、プレーの進行に伴う主観的疲労感の増加により注意

シフトが低下し、テニス競技パフォーマンスの低下を誘導すると予想される。

一過性の運動に伴う認知機能の変化は個人差があることが報告されており (Labelle et al., 2013; Dorollette et al., 2014), 安静時の認知機能において優れている者は適度な強度の運動後の認知機能の促進が軽減されることが示されている (Dorollette et al., 2014). また, 体力レベルの高い者は高強度運動に伴う認知機能の低下が軽減されることが示されている (Labelle et al., 2013). しかしながら, エリート競技選手の競技プレー中の認知機能の動態や, 認知機能と競技パフォーマンスの関係は明らかとなっていない。

II. 目的

本研究の目的は, エリート女子ジュニアテニスプレーヤーを対象に, シングルスゲームにおける認知機能と競技パフォーマンスの経時的変化の関連を検討することであった。

III. 方法

1. 対象者

女子ジュニアテニスプレーヤー1名を対象とした (年齢:14歳, 身長:153.7 cm, 体重:53.3 kg, テニス競技歴:9年6ヵ月). 調査実施年度における全国大会ベスト8の実績を有する選手であった。本研究は北海道大学大学院教育学研究院倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 実験プロトコル

本研究は屋外のテニスコート (ハードコート) で実施された。対象選手は5分間のウォーミングアップを行い, その後, 約60分のシングルスゲーム (1セット) を実施した。ウォーミングアップは短い距離 (サービスボックス) でのショートラリー, ボレー対ボレー, 長い距離 (コート全面) でのストローク対ストローク, ボレー対ストローク, スマッシュ対ロブ, サービスを選手らに時間配分を任せて実施した。対戦相手は, 対象者と同じテニスクラブに所属する同程度の競技レベルの男子ジュニアテニスプレーヤーとした。2ゲーム毎のチェンジコート時に主観的疲労感, 認知機能の評価を行った。

3. 主観的疲労感

主観的疲労感は, Visual Analog Scale (VAS法) を用いて測定した (Hewlett et al., 2011)。直線10cmの左端を「全く疲労のない状態」, 右端を「(想定できる範囲の) 最大の疲労状態」の疲労感の連続体として, そのときの全身の疲労度を直線上にチェックを入れることで評定させた。主観的疲労感は, 左端からの長さを測定することで評価した。

4. ゲーム分析

ゲーム分析はコートサイドの2名のテニスインストラクターの目視により行われた。

競技パフォーマンスの評価には, ゲーム毎の「ポイント取得率 (ポイント取得数 / 総ポイント数)」と, 同じくゲーム毎のラリー中の「ショットエラー率 (エラー数 / 総ポイント数)」を採用した。なお, ポイント数が少ないゲームが多数あり (5, 6 ポイント), そのポイント数でその時のパフォーマンスを評価するのは不

適切であるとみなしたため, 2 ゲーム毎の値を競技パフォーマンスの指標として分析に用いた。

5. 認知機能の評価

認知機能は15.6型PCを用いた認知課題(Local-global Task)により評価した。本研究で用いたLocal-global Taskは Ishihara et al. (2016) と同様の方法で実施した。Local-global TaskはNavon刺激(Navon, 1977)を用いた課題であり, 小さな数字(ローカル情報)から成る大きな数字(グローバル情報)が提示される(図1)。本研究では, 「1」「2」「3」「4」の4個の数字を用い, 標的刺激を「1」か「2」としてボタン押し(「1」:キーボードの「F」キー, 「2」:「J」キー)で回答させた。例えば, 小さな「4」が集まってできた大きな「1」なら「1」(グローバル情報), 小さな「2」が集まってできた大きな「3」なら「2」と回答させた(ローカル情報)。小さな「1」を集めて大きな「2」を作るなどの正答が重複する組合せは提示しなかった。刺激サイズは, グローバル情報は視角 3.44° ($3\text{cm} \times 3\text{cm}$), ローカル情報は 0.57° ($5\text{mm} \times 5\text{mm}$)とした。36 試行をできるだけ速く正確に回答することを指示した。試行中の目からディスプレイまでの距離は50cm に保つよう指示した。注意の対象が切り替わった場合をスイッチ条件, 切り替わらなかった場合をリピート条件として分析した。ここで言う注意の切り替えとは, 前試行に対して現試行で反応する情報(グローバル情報, ローカル情報)が変化することを指す(図2)。リピート条件においては1試行前と同じレベル(ローカル情報またはグローバル情報)に続けて標的刺激が呈示されるため, 単純な「1」もしくは「2」を選択しボタン押しをするのに対して, スイッチ条件は1試行前と異なるレベルに標的刺激が呈示されるため, 注意する情報を切り替えることが要求される。リピート条件の平均反応時間と正答率を認知処理速度と正確性, スイッチ条件の平均反応時間と正答率を注意シフトの指標として用いた。学習効果を防ぐために, 実験の前日, 当日の実験開始前に2回ずつ練習を実施した。課題成績のフィードバックは課題実施中に行わず, 試合終了後に行った。

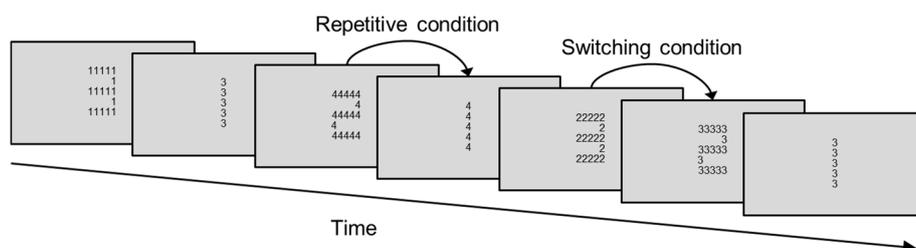


Figure 1. Schematic diagram of the Local-global Task

6. 統計処理

Local-global Task で評価した認知機能(4項目)と, VAS法により評価した主観的疲労感及びゲーム分析により評価した競技パフォーマンス(2項目)の2ゲーム毎の経時的な変動関係を, Spearman の順位相関係数を用いて検定した。有意水準は $p < 0.05$ とした。

IV. 結果

1. ゲーム分析

ゲーム分析の結果を表1に示した。試合は対象選手のサービスから始まり, 取得ゲーム数4対6で対象

選手が敗北した。すなわち、分析対象は10ゲーム(1G-10G)であった。相手選手のダブルフォルト(2Gと8Gに1回ずつ、合計2回)は対象選手のパフォーマンスと無関係に進んだポイントとみなし、ポイント取得率とショットエラー率の計算から除外した。ポイント取得率は対象選手が半数の50%を示し、両者の競技レベルは同等であったと考えられる。1セットの総ポイントは80ポイントであり、サーブ・リターンを含め242ラリー(1ポイントあたり平均3.0ラリー)であった。プロテニスプレーヤーを対象に行った調査では、1ポイント当たりのラリー数は男子で平均1.1-3.4ラリー、女子で1.8-5.0ラリーであり(ショーンボーン, 2007), その範囲内に収まっていた。ゲームの取得の流れは、対象選手から1-0, 2-0, 3-0, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 4-4, 4-5, 4-6であった。

Table 1. Time-dependent change of tennis performance (n [%])

	Total	1G	2G	3G	4G	5G	6G	7G	8G	9G	10G
Total points	80	8	8	5	6	6	8	6	20	5	8
Double fault	2		1						1		
Points won	39	5	5	4	2	2	3	2	9	4	3
	(50.00)	(62.50)	(71.43)	(80.00)	(33.33)	(33.33)	(37.50)	(33.33)	(47.37)	(80.00)	(37.50)
Errors	34	2	3	0	4	2	5	3	9	1	5
	(43.59)	(25.00)	(42.86)	(0.00)	(66.67)	(33.33)	(62.50)	(50.00)	(47.37)	(20.00)	(62.50)

2. 認知機能と主観的疲労感および競技パフォーマンスの関係

Local-global Taskの課題成績を表2に示し、各測定項目間の順位相関係数を表3に示した。認知機能は比較的短時間の運動中でも変動することが示されているため(Chang et al., 2012; Chang et al., 2014), Local-global Taskの課題成績と、その直前直後に当たる2 ゲームの競技パフォーマンス項目を対応させて、両者の変動関係について相関分析を行った。

Local-global Task 両条件の反応時間および正答率と主観的疲労感の間に有意な相関関係は認められなかった。Local-global Task スイッチ条件の正答率と競技パフォーマンスのポイント取得率との間に有意な正の相関関係($r_s = 0.90, p = 0.04$), 同じく競技パフォーマンスのショットエラー率との間に有意な負の相関関係($r_s = -0.90, p = 0.04$)が認められた(図2)。

Table 2. Time-dependent change of Local-global Task performance

	Average	1G-2G	3G-4G	5G-6G	7G-8G	9G-10G
Local-global Task						
Repetitive Condition RT (ms)	433.34	399.97	467.23	447.73	463.71	406.18
Switching Condition RT (ms)	454.22	462.96	472.63	426.37	401.42	522.98
Repetitive Condition Accuracy (%)	95.19	100.00	94.44	93.75	100.00	87.50
Switching Condition Accuracy (%)	80.75	81.25	88.24	73.68	77.78	78.95

Note: RT = reaction time

Table 3. Inter-correlations between Local-global Task performance and other variables

	VAS (cm)	Points won (%)	Errors (%)
Local-global Task (ms or %)			
Repetitive condition RT (ms)	0.31	-0.30	0.30
Switching condition RT (ms)	-0.25	0.50	-0.50
Repetitive condition accuracy (%)	-0.20	0.36	-0.36
Switching condition accuracy (%)	-0.64	0.90*	-0.90*

Note: RT = reaction time, * p < 0.05

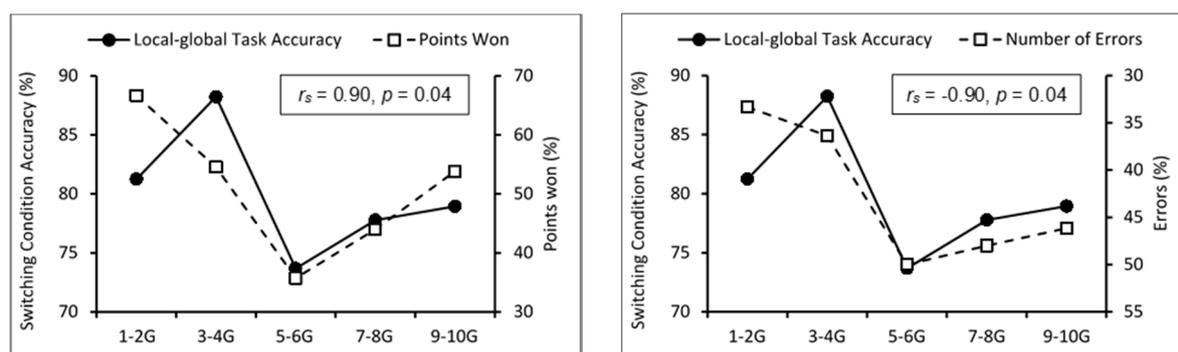


Figure 2 Time-dependent change of Local-global Task and tennis performance

V. 考察

本研究はエリート女子ジュニアテニスプレーヤーを対象に、シングルスゲーム時における認知機能と競技パフォーマンスの経時的変化の関連を検討した。その結果、注意シフトとポイント取得率に強い相関関係が認められ、注意シフトが低下するほどポイント取得率も低下した。シングルスゲーム時における認知機能の維持・増進に向けた介入法の提案及びその効果の実証研究の重要性が提言された。

主観的疲労感と認知機能の関係

主観的疲労感と認知機能の間に関連は認められなかった。石原ほか(2013)は同じ仕事量の間欠的運動と持久的運動が認知機能に与える影響を比較した。その結果、間欠的運動において主観的疲労感の増大に伴いLocal-global Taskの正答率が低下することを報告している。本研究で主観的疲労感とLocal-global Taskにおける課題成績の間に関連が認められなかった原因として、対象者の違いが挙げられる。Labelle et al. (2013) は体力レベル(すなわち、最大酸素摂取量)が低い者は運動の高強度化に伴い認知機能が低下したが、体力レベルが高い者は高強度運動時も認知機能が維持されたことを報告している。本研究の対象選手は高い競技成績を有する選手だったため体力レベルが高く、主観的疲労感と認知機能の間に関連が認められなかった可能性がある。

認知機能と競技パフォーマンスの関係

本研究により、注意シフトとテニス競技パフォーマンスの間に相関関係が認められ、Local-global Taskにおけるスイッチ条件の正答率が高い値を示したときほど、その前後のゲームにおいてラリー中のショット

トエラーが少なく、高いポイント取得率を示した。一方、認知処理速度・正確性の指標としたリピート条件の課題成績はラリー中のショットエラーやポイント取得率と関連が認められなかった。これらの結果は、認知処理と比較して、注意シフトがテニス競技パフォーマンスに影響を与えやすいことを示唆している。テニス競技において高い競技パフォーマンスを発揮するために、選手は優れた反応や予測が求められるため (Fernandez-Fernandez et al., 2009), 認知処理速度・正確性も重要な要因であると予想されるが、エリートプレーヤーにおいては注意シフトを高く保つことがパフォーマンスの低下予防に重要な役割を担うと考えられる。

今後の課題

本研究により、テニスシングルスゲーム中の注意シフトの維持が競技パフォーマンスの維持に寄与することが示唆され、認知機能の維持に向けた介入法の提案及びその効果の検証が今後の課題であると考えられる。例えば、水分補給 (1-2%/kg の脱水で認知機能は低下する; D'Anci et al., 2006), 食習慣の改善による認知機能の向上 (Gibson et al., 2002) といったスポーツ栄養学的アプローチが認知機能や競技パフォーマンスに与える効果の検証などが挙げられる。

VI. まとめ

エリート女子ジュニアテニスプレーヤー1名を対象に、シングルスゲーム時の認知機能と競技パフォーマンスの経時的変化の関連を検討した。その結果、注意シフトが低いほどラリー中のショットエラーが多く、ポイント取得率が低いという結果を得た。本研究により、シングルスゲームにおいて注意シフトを高い水準に保つことの重要性が示唆され、ゲーム時の注意シフトを維持・増進させるための取り組みを提案し、評価していくことが今後の課題として提言された。

VII. 謝辞

本研究の対象となってくださった選手、その保護者、実験に協力してくださった名古屋グリーンテニスクラブのスタッフの皆様に厚く御礼申し上げます。

VIII. 参考文献

- Alexandru, M. A., Ruxandra, R., and Carmen, G. G. (2014) Predictors of Tennis Performance of Junior Players. *Procedia Soc. Behav. Sci.*, 116, 5169-5174.
- Chang, Y. K., Chu, C. H., Wang, C. C., Wang, Y. C., Song, T. F., Tsai, C. L. and Etnier, J. L. (2015) Dose-response relation between exercise duration and cognition. *Med Sci Sports Exerc*, 47(1): 159-165.
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., and Etnier, J. L. (2012) The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Res.*, 1453: 87-101.
- D'Anci, K. E., Constant, F., and Rosenberg, I. H. (2006) Hydration and cognitive function in children. *Nutr. Rev.*, 64(10): 457-464.
- Diamond, A. (2013) Executive functions. *Annu. Rev. Psychol.*, 64: 135-168.

- Drollette, E. S., Scudder, M. R., Raine, L. B., Moore, R. D., Saliba, B. J., Pontifex, M. B., and Hillman, C. H. (2014) Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: an ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. *Dev. Cogn. Neurosci.*, 7: 53-64.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., and Mendez-Villanueva, A. (2009) A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play. *Strength cond. J.*, 31(4): 15-26.
- Gibson, E. L., and Green, M. W. (2002) Nutritional influences on cognitive function: mechanisms of susceptibility. *Nutr. Res. Rev.*, 15(01): 169-206.
- Hewlett, S., Dures, E., Almeida, C. (2011) Measures of fatigue: Bristol Rheumatoid Arthritis Fatigue Multi-Dimensional Questionnaire (BRAFM-DQ), Bristol Rheumatoid Arthritis Fatigue Numerical Rating Scales (BRAFN-RS) for severity, effect, and coping, Chalder Fatigue Questionnaire (CFQ), Checklist Individual Strength (CIS20R and CIS8R), Fatigue Severity Scale (FSS), Functional Assessment Chronic Illness Therapy (Fatigue) (FACIT-F), Multi-Dimensional Assessment of Fatigue (MAF), Multi-Dimensional Fatigue Inventory (MFI), Pediatric Quality Of Life (PedsQL) Multi-Dimensional Fatigue Scale, Profile of Fatigue (ProF), Short Form 36 Vitality Subscale (SF-36 VT), and Visual Analog Scales (VAS). *Arthritis Care Res. (Hoboken)*, 63(S11): S263-86.
- 石原暢, 森本晃大, 山田優二, 竹谷隆司, 河西哲子, 水野眞佐夫. (2013) 連続的運動と間欠的運動が認知機能に及ぼす影響の比較, 北海道体育学研究, 48:17-23.
- 石原暢・篠原翠・苫米地伸泰・水野眞佐夫 (2015a) 大学生における運動習慣が抑制機能とワーキングメモリーに与える効果. 北海道体育学研究, 50: 1-12.
- Ishihara, T., Sugasawa, S., Matsuda, Y., and Mizuno, M. (2015) The effect of different types of tennis lesson on executive function in junior tennis players. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 47(5S): 675.
- Ishihara, T., Sugasawa, S., Matsuda, Y., and Mizuno, M. (2016) Relationship between tennis experience and executive function in male children, independent of physical fitness level. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 48(5S): 723.
- 石原暢・唐家楽・瀧澤一騎・水野眞佐夫 (2015b) 中高齢者における異なる種目の運動習慣が遂行機能とメンタルヘルスに与える効果—低強度運動と中高強度運動の比較—. 日本生理人類学会誌, 20(3): 127-133.
- Kamijo, K., Nishihira, Y., Hatta, A., Kaneda, T., Wasaka, T., Kida, T., and Kuroiwa, K. (2004) Differential influences of exercise intensity on information processing in the central nervous system. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 92(3): 305-311.
- 小屋菜穂子, 北村哲, 梅林薫, 宮地弘太郎, 道上静香, 細木祐子 (2014) テニス競技のナショナルジュニアテニス選手に求められる体力評価の検討. テニスの科学, 22: 23-32.

- Kuroda, Y., Suzuki, N., Dei, A., Umebayashi, K., Takizawa, K., and Mizuno, M.. (2015) A comparison of the physical fitness, athletic performance, and competitive achievements of junior and senior tennis players. *Movement, Health & Exercise*, 4(1): 39-50.
- Labelle, V., Bosquet, L., Mekary, S., Bherer, L. (2013) Decline in executive control during acute bouts of exercise as a function of exercise intensity and fitness level. *Brain Cogn.*, 81(1):10-17.
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., and Wager, T. (2000) The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognit. Psychol.*, 41(1): 49-100.
- Navon, D. (1977) Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *Cognit. psychol.*, 9(3): 353-383.
- Overney, L. S., Blanke, O., & Herzog, M. H. (2008) Enhanced temporal but not attentional processing in expert tennis players. *PLoS One*, Jun 11;3(6):e2380.
- ショーンボーン: 日本テニス協会監訳 (2007) ショーンボーンのテニストレーニング BOOK. ベースボール・マガジン社, p. 13.
- Roetert, E. P., Garrett, G. E., Brown, S. W., & Camaione, D. N. (1992) Performance profiles of nationally ranked junior tennis players. *J. Strength Cond. Res.*, 6(4), 225-231.
- Verburch, L., Scherder, E. J., van Lange, P. A., and Oosterlaan, J. (2014) Executive functioning in highly talented soccer players. *PloS one*, 9(3): e91254.
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., and Petrovic, P. (2012) Executive functions predict the success of top-soccer players. *PloS one*, 7(4): e34731.
- Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S., and Roberts, B. (2010) Are expert athletes 'expert' in the cognitive laboratory? A meta analytic review of cognition and sport expertise. *Appl. Cogn. Psychol.*, 24(6): 812-826.