

## 研究プロジェクト3 中高年の健康寿命延伸に関する研究

岡本孝信・横山順一・菊池直樹・小川まどか・大田崇央

### 1. はじめに

2021年に入り、未だ収束の兆しが見えないコロナ禍において、人々は様々な制限の中、日常を過ごしている。諸外国においては、多くの制限を撤廃してコロナ前の日常を取り戻しつつある国々も増えてきた一方で、わが国では行動制限こそ行われなくなってきたものの、会食やマスク着用などはそれぞれのモラルの下で行われている。このような社会情勢の中、コロナ禍において中高齢者の認知機能の低下や抑うつ傾向の増加が問題視されている。

本報告書では世田谷－青葉およびその近隣住民を対象として実施している体力測定の結果を用いた動脈ステイフネスおよび体力と認知機能の関連について、また、コロナ禍において実施しているビデオコミュニケーションツールを用いた遠隔運動指導における在宅での自体重を用いた筋力トレーニングが体力、うつ症状および幸福度に及ぼす影響について報告する。

### 2. 研究1：地域在住の中年および高齢者における動脈ステイフネスおよび体力と認知機能との関連

#### 2-1. 背景

加齢にともなう認知機能の低下は、世界で最も重要な健康問題の1つである。認知障害および認知症への血管の寄与の重要性は周知の事実である（Gorelick et al., 2011）。Scuteri et al. (2007) は、脈波伝播速度（PWV）として測定される動脈ステイフネ

スが年齢、性別、教育および従来の心血管リスク要因とは無関係に、高齢者の認知機能低下の強力な予測因子であると報告した。実際、幾つかの縦断研究は、動脈ステイフネスが認知障害の危険因子であるという証拠を提供した（Taniguchi et al., 2015, Watson et al., 2011）。しかし、認知機能低下の有無にかかわらず、動脈ステイフネスの増加の相対的な寄与は十分に分かっていない。一方、Pase et al. (2016) は、高い中心動脈ステイフネスが中年の成人（40～64歳）の認知能力の低下と関連していると報告した。別の研究では、認知症の発症を予防および/または遅らせるための最も効果的な方法として、認知機能低下の早期発見と介入が報告された（Sperling et al., 2011）。したがって、中年からの認知機能と動脈機能の変化を調査することが重要である。

加齢にともなう体力の低下は、認知機能の低下にも関連している（Nieto et al., 2008）。先行研究では、筋力、持久力、柔軟性、動的バランスなどを含む体力の低下が、高齢者の認知機能低下に関連している可能性があることを報告している（Baldasseroni et al., 2010, Cekok et al., 2020, Placido et al., 2019）。したがって、体力は、より高い認知能力と関連しており、脳の高次または基本的な機能に寄与する可能性がある。体力は、中年から始まり、50歳から60歳まで加速する生涯を通じて著しく低下し、その段階で認知機能の低下に関連する。実際、体力の低下は将来の軽度認知障害に先行することが報告されている（Buracchio et al., 2010）。したがって、中年から始まる認知機能の低下と体力の低下との間に関連があると仮定することは合理的であるものの、動脈ステイフネスおよび体力と認知機能との関連は、中高年の

成人ではそれほど広く検討されていない。

本研究では、動脈スティフネスと体力が地域在住の中年以上の成人の認知機能に関連しているかどうかを調査した。

## 2-2. 方法

### 2-2-1. 対象者

対象者は東京都世田谷区、青葉区およびその近郊に居住する40歳以上の健康な中年男性および女性1554名とした。

### 2-2-2. 測定項目

認知機能はトレイルメイキングテストA (TMT-A) およびB (TMT-B) を使用して測定した。身体特性は身長、体重およびBMIを測定した。心臓血管指標は収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数および上腕-足首

間脈波伝播速度 (baPWV) を測定した。体力は握力、30秒間椅子立ち上がりテスト、長座体前屈、6分間歩行および8フィートタイムドアップアンドゴーテストを測定した。

### 2-2-3. 統計処理

TMT-A およびBを従属変数とした重回帰分析を実施した。全ての統計解析はSPSSバージョン27 (IBM, Inc., Chicago, IL, USA) を使用して行われた。なお、有意水準は5%未満とした。

## 2-3. 結果

参加者の身体特性を表1に示した。すべての測定項目において、中年の身体特性は高齢者と比較して優れた値を示した。

高齢男性 (上) および女性 (下) の多変量回帰分析

表1. 参加者の身体特性

	Middle-aged (40-64)	Older (≥ 65)	P-value
n	903	651	-
Male (%)	35.5	37.9	P=0.334
Age (years)	50.4 (0.2)	73.1 (0.2)	P<0.001
Height (cm)	162.4 (0.3)	157.6 (0.3)	P<0.001
Weight (kg)	59.9 (0.4)	55.5 (0.4)	P<0.001
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.6 (0.1)	22.2 (0.1)	P=0.02
SBP (mmHg)	123.2 (0.5)	136.0 (0.7)	P<0.001
DBP (mmHg)	73.9 (0.4)	77.7 (0.4)	P<0.001
Heart rate (beats/min)	68.7 (0.4)	71.2 (0.4)	P<0.001
baPWV (cm/sec)	1245 (7)	1691 (12)	P<0.001
Grip strength (kg)	31.4 (0.3)	26.7 (0.3)	P<0.001
CS-30 (times)	28.7 (0.2)	24.9 (0.2)	P<0.001
Sit-and-reach (cm)	38.7 (0.3)	35.5 (0.4)	P<0.001
6MW (m)	584 (3)	530 (3)	P<0.001
8UG (sec)	4.33 (0.02)	4.98 (0.03)	P<0.001
TMT-A (sec)	23.9 (0.2)	36.9 (0.5)	P<0.001
TMT-B (sec)	38.3 (0.5)	64.5 (1.0)	P<0.001

Mean (SE). BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, baPWV: brachial-ankle pulse wave velocity, CS-30: 30-second chair-stand test, 6MW: 6-min walk test, 8UG: 8-foot up-and-go test, TMT: trail making test

の結果を表2に示した。結果に基づいて、baPWV、握力、6分間歩行の距離および8フィートタイムドアップアンドゴーテストの時間がTMT-Aの予測因子として特定され、年齢、baPWV、および8フィートタイムドアップアンドゴーテストの時間が高齢男性のTMT-Bの予測因子として特定された。一方、

高齢女性では、年齢、baPWV、8フィートタイムドアップアンドゴーテストの時間がTMT-Aの予測因子として特定され、年齢、baPWV、握力、8フィートタイムドアップアンドゴーテストの時間がTMT-Bの予測因子として特定された。

中年男性（上）および女性（下）の多変量回帰分

表2. 高齢者の認知機能の予測変数を示す重回帰モデル

Men					
TMT-A	$\beta$	SE	95%CI		P value
baPWV	0.187	0.003	0.004	0.015	P=0.001
Grip strength	-0.136	0.149	-0.601	-0.016	P=0.039
6MW	-0.153	0.012	-0.049	-0.003	P=0.029
8UG	0.198	1.094	0.863	5.174	P=0.006
Adjusted R <sup>2</sup>	0.193				
TMT-B	$\beta$	SE	95%CI		P value
Age	0.288	0.286	0.719	1.848	P<0.001
baPWV	0.156	0.005	0.004	0.024	P=0.007
8UG	0.248	1.695	3.492	10.170	P<0.001
Adjusted R <sup>2</sup>	0.254				
Women					
TMT-A	$\beta$	SE	95%CI		P value
Age	0.202	0.123	0.247	0.733	P<0.001
baPWV	0.166	0.002	0.003	0.009	P<0.001
8UG	0.284	0.694	2.709	5.437	P<0.001
Adjusted R <sup>2</sup>	0.237				
TMT-B	$\beta$	SE	95%CI		P value
Age	0.260	0.280	0.857	1.958	P<0.001
baPWV	0.166	0.004	0.006	0.020	P=0.001
Grip strength	-0.100	0.351	-1.426	-0.046	P=0.037
8UG	0.151	1.588	1.693	7.937	P=0.003
Adjusted R <sup>2</sup>	0.230				

TMT: trail making test, baPWV: brachial-ankle pulse wave velocity, 6MW: 6-min walk test, 8UG: 8-foot up-and-go test

析の結果を表3に示した。結果に基づいて、年齢、baPWV、30秒椅子立ち上がりテストの回数および8フィートタイムドアップアンドゴーテストの時間がTMT-Aの予測因子として特定され、年齢とbaPWVが中年男性のTMT-Bの予測因子として特定された。一方、中年女性では、年齢、baPWV、30秒椅子立ち

上がりテストの回数および8フィートタイムドアップアンドゴーテストの時間がTMT-Aの予測因子として特定され、年齢、baPWV、握力および30秒椅子立ち上がりテストの回数がTMT-Bの予測因子として特定された。

表3. 中年の認知機能の予測変数を示す重回帰モデル

Men					
TMT-A	$\beta$	SE	95%CI		P value
Age	0.244	0.053	0.141	0.351	P<0.001
baPWV	0.145	0.002	0.001	0.009	P=0.007
CS-30	-0.172	0.067	-0.335	-0.072	P=0.003
8UG	0.173	0.632	0.674	3.161	P=0.007
Adjusted R <sup>2</sup>	0.197				
TMT-B	$\beta$	SE	95%CI		P value
Age	0.347	0.134	0.591	1.118	P<0.001
baPWV	0.122	0.005	0.001	0.020	P=0.026
Adjusted R <sup>2</sup>	0.157				
Women					
TMT-A	$\beta$	SE	95%CI		P value
Age	0.224	0.046	0.164	0.345	P<0.001
baPWV	0.128	0.001	0.002	0.007	P=0.002
CS-30	-0.095	0.049	-0.201	-0.009	P=0.033
8UG	0.209	0.438	1.201	2.921	P<0.001
Adjusted R <sup>2</sup>	0.163				
TMT-B	$\beta$	SE	95%CI		P value
Age	0.179	0.089	0.206	0.557	P<0.001
baPWV	0.168	0.003	0.006	0.016	P<0.001
Grip strength	-0.115	0.131	-0.630	-0.116	P=0.005
CS-30	-0.135	0.082	-0.439	-0.116	P=0.001
Adjusted R <sup>2</sup>	0.128				

TMT: trail making test, baPWV: brachial-ankle pulse wave velocity, CS-30: 30-second chair-stand test, 8UG: 8-foot up-and-go test

## 2-4. 考察

認知機能の低下は、動脈機能と体力の低下に関連していることが示されている (Pase et al., 2012, Scuteri et al., 2014)。本研究では、TMT-A と B の両方の低下が、高齢者の動脈スティフネスおよび8UG時間の増加に関連していることを示したが、他のいくつかの体力項目（握力や6MWなど）も TMT-A およびBに関連していた。動脈スティフネスは、高齢者の認知障害の発症の根本的なメカニズムである可能性があることが示唆されている (Zijlstra et al., 2020)。先行研究において、タイムアップアンドゴーテストの結果は、TMT-Bを使用して測定された実行機能に関連しており、実行機能のパフォーマンスが低い患者ではテスト時間が遅延する (McGough et al., 2011)。また、タイムアップアンドゴーテストは、機能的な可動性を定量化するための信頼性が高く効果的なテストであり、特別な機器やトレーニングを必要とせずに、歩行能力とバランス能力を測定するために使用できる (Podsiadlo et al., 1991)。本結果は、動脈スティフネスと8UGテストでの時間の増加が高齢者の認知機能低下のより良い予測因子であることを示唆している。

興味深いことに、本研究結果は、baPWVが中年と高齢者の両方のTMT-AおよびBの両方で独立した要因であることを示したが、握力、CS-30と8UGはTMT-AおよびBの結果に限定的な影響しか与えなかった。加齢にともなう動脈スティフネスの増加は人生の早い段階で始まることはよく知られている (McEniery et al., 2005)。これは中年の成人の認知機能低下に関連している可能性があり、実際、動脈スティフネスが高いほど、健康な成人の認知機能が大幅に低下することが予測されている (Hajjar et al., 2016)。baPWVが高齢者のTMT-AおよびBの両方の重要な決定要因であることを考えると、これらの調査結果は、中年の成人の認知機能および動脈機能との関連に関する新しい情報を提供する。

## 3. 研究2：在宅での自体重を用いたオンライン筋力トレーニングが身体能力、メンタルヘルスおよび幸福度に及ぼす影響について

### 3-1. 背景

2019年以降の新型コロナウイルス感染拡大は、身体活動の低下と、それにとまなうメンタルヘルスの低下にも影響を及ぼしている。運動様式に関わらず、定期的に運動を行っている地域ではメンタルヘルスの値が高いことが報告されている (Brand, Timme, & Nosrat, 2020)。また、いくつかの先行研究では有酸素性運動の介入によって、メンタルヘルスや、幸福度が向上したことを示している (Bartholomew, Morrison, & Ciccolo, 2005; Herbert, Meixner, Wiebking, & Gilg, 2020)。しかし、これまでの研究は有酸素運動によるメンタルヘルスや幸福度への影響について検討されたものであり、レジスタンスエクササイズとメンタルヘルスとの関係については一貫した結果が得られていないのが現状である (Elkington, Cassar, Nelson, & Levinger, 2017; Taspinar, Aslan, Agbuga, & Taspinar, 2014)。

レジスタンスエクササイズは、世界保健機関 (Bartholomew et al.) が身体活動のガイドラインにおいて推奨されている。レジスタンスエクササイズは室内で行うため天候の影響を受けないだけでなく、筋力の向上により転倒リスクを低下することが報告されている (Bull et al., 2020)。さらに、ランダム化臨床試験研究のメタ分析を行った先行研究では、レジスタンスエクササイズはうつ症状の治療にも有効であることを示している (Gordon et al., 2018)。特に、監視下で行うレジスタンスエクササイズは、非監視下で行うよりもうつ症状を改善することが分かっている。

これらのことから、オンラインで行うレジスタンスエクササイズがメンタルヘルスや身体能力に及ぼす影響について検討することが必要であることが考えられる。したがって、本研究はオンライン指導で行うホームエクササイズが、身体能力、メンタルヘルスおよび幸福度に及ぼす影響を検討することとした。



### 3-2. 方法

#### 3-2-1. 対象者

39名の男女（男性15名、女性24名、 $47.6 \pm 10.8$ 歳）を対象とした。対象者のリクルートは、日本体育大学のホームページなどを通して行った。対象者には事前に研究の主旨を口頭及び書面で説明し、同意を得た。また、本研究は日本体育大学倫理委員会の承認を得た上で実施した（020-H033）。

#### 3-2-2. エクササイズ

8週間、週2回の低強度レジスタンストレーニング指導を、ビデオ通話アプリケーション（Zoom）を用いてオンラインで行った。一回のエクササイズの時間は60分程度であった。エクササイズは9種類（レッグレイズ、スクワット、ショルダープレス、ロウイング、ディップス、シングルレッグルーマニアンデッドリフト、プッシュアップ）を行った（図1）。全てのエクササイズは低強度で行い、椅子やチューブを用いて行った。

#### 3-2-3. 測定項目

エクササイズ前後に身体能力、メンタルヘルスおよび幸福度の測定を行った。身体能力の測定は、等尺性膝伸展筋力（MVC）、大腿50%位置の筋横断面積（CSA）、垂直跳び（Vertical jump）、握力（Grip strength）、30秒間椅子立ち上がりテスト（Chair stand test）、30秒間プッシュアップテスト（Push up test）、長座体前屈（Sit and reach）を行った。メンタルヘルスの調査は、Center for Epidemiologic Studies-Depression Scale - CES-D 及び Kessler Psychological Distress scale - K6を用いた。また、幸福度については Well-Being Index - WHO-5 で調査した。

#### 3-2-4. 統計解析

統計ソフト IBM SPSS Statics（バージョン25, IBM社製）を用いて行った。各測定項目におけるエクササイズ前後の変化は、対応のあるt検定を用いて検討した。また、トレーニング前のCES-D、K6及びWHO-5とトレーニング前後の変化量の相関関係をピアソンの相関係数を用いて検討した。有意水準は5%未満とした。また、各測定項目のエクササイズ

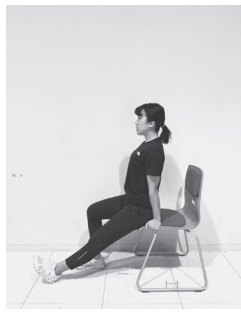
前後の効果量（Effect size：ES）はCohen's dにより検討し、Effect Size Calculator を用いて算出した。効果量の基準はES = 0.20を効果量小、ES = 0.50を効果量中、ES = 0.80を効果量大とした。

### 3-3. 結果および考察

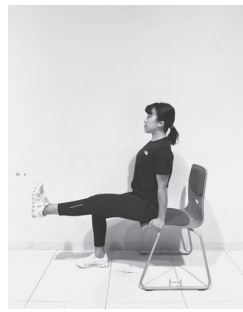
トレーニング前後のCES-D、K6およびWHO-5の結果を表4に示した。CES-Dは有意な向上が認められた（ $p=0.009$ ）が、K6とWHO-5には有意な変化は認められなかった（ $p=0.343$ ,  $p=0.302$ ）。トレーニング前のCES-Dと変化量は有意な負の相関関係が認められた（Fig. 2,  $r = -0.650$ ,  $p < 0.001$ ）。WHO-5（ $r=0.290$ ,  $p=0.069$ ）およびK6（ $r = -0.200$ ,  $p = 0.231$ ）も同様の傾向が認められた。

トレーニング前後の身体能力の変化を表5に示した。MVC、CSAおよび長座体前屈はトレーニング前後で有意な変化は認められなかったが、垂直跳び、握力、30秒間椅子立ち上がりテスト、30秒間プッシュアップテストは有意な向上が認められた。

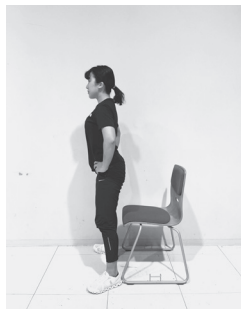
これらの結果は、以前に報告した研究と同様の結果を示した（Kikuchi et al., 2022）。また、本研究では先行研究よりも筋量や筋力の向上の程度は低かったものの、低強度レジスタンストレーニングによってうつ症状を改善した。さらに、CES-Dのベースラインと変化量に負の相関関係が認められたことから、よりうつ症状が高い者に対して、オンラインでのレジスタンストレーニングが有効であることが示された。メンタルヘルスと幸福度の指標であるK6とWHO-5で有意な変化が認められなかったことについては、本研究の対象が比較的健康であったことが影響していると考えられる。本研究では、ベースラインでK6の基準を超えた対象者はいなかったことに加え、39名中WHO-5で基準を超えていたのは3名のみであった。Ejiri et al. 2021によると、コロナウイルス感染拡大による外出禁止中の健康促進のための運動は、幸福度の指標であるWHO-5と関連することが報告されている。特に、ウォーキングはメンタルヘルスに影響を及ぼすことが示されている（Ejiri et al., 2021）。よって、本研究ではK6やWHO-5を変化させるには被検者の特性と運動様式の点で不十分であった可能性が考えられる。レジス



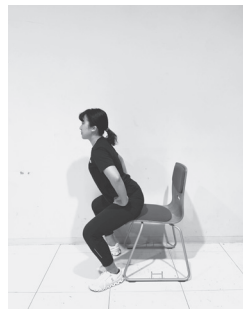
A) Leg raise



B) Squat



C) Lunge



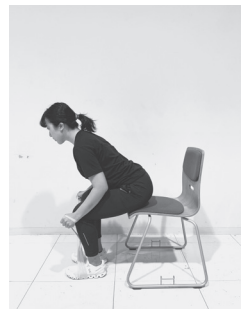
D) Single leg Romanian deadlift



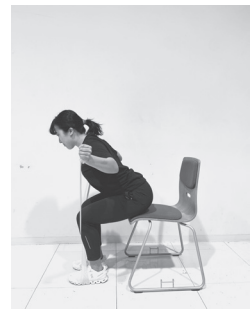
E) Rear raise



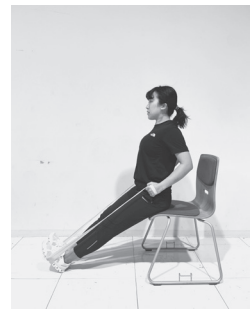
F) Rowing



G) Shoulder press



H) Dips



I) Push up

Exercise protocol: A) Leg raise, B) Squat, C) Lunge, D) Single leg Romanian deadlift, E) Rear raise, F) Rowing, G) Shoulder press, H) Dips, I) Push up

図1. 運動プロトコール

表4. 8週間のオンラインまたは対面でのCES-D、K6、およびWHO-5の変化

	Pre		Post		Mean Difference	p-value
	Value	Reaching the criteria (n)	Value	Reaching the criteria (n)		
CES-D (n=39)	7.7 ± 7.2	4	6.1 ± 5.6	2	-1.6 ± 3.6	0.009
WHO-5 (n=39)	74.3 ± 16.3	5	76.2 ± 17.0	4	2.0 ± 11.6	0.302
K6 (n=39)	1.6 ± 2.0	0	1.4 ± 2.1	0	-0.2 ± 1.2	0.343

CES-D; Center for Epidemiologic Studies-Depression Scale, WHO-5; The World Health Organization-Five Well-Being Index, K6; Kessler Psychological Distress Scale

Reaching the criteria: SEC-D>16, WHO-5 <13, K6>11.

表5. 8週間のオンラインまたは対面での体力の変化

	Pre	Post	Mean difference	P-value
MVC, N・m (Right)	167.4 ± 50.5	170.9 ± 50.1	3.4 ± 26	0.426
MVC, N・m (Left)	156.6 ± 52.5	159.6 ± 46.3	3 ± 23.8	0.431
MVC, N・m (Average)	160.6 ± 50.6	164 ± 46.3	3.4 ± 21.9	0.34
CSA, mm <sup>2</sup>	5098.3 ± 1118.3	5147.3 ± 1140.2	49 ± 227.5	0.212
Vertical jump, cm	32.8 ± 8.1	33.9 ± 7.9	1.1 ± 3.1	0.038
Grip strength, kg (Right)	30.6 ± 7.8	31.7 ± 7.8	1.2 ± 2.2	0.003
Grip strength, kg (Left)	30.6 ± 7.2	30.4 ± 7.7	-0.2 ± 3	0.611
Grip strength, kg (Average)	30.6 ± 7.4	31.1 ± 7.6	0.5 ± 2	0.154
Chair stand test, times	27.7 ± 5	28.9 ± 4.5	1.2 ± 3.8	0.048
Push up test, times	16 ± 9.2	20.2 ± 9.5	4.1 ± 4.5	<0.001
Sit and reach, cm	42.8 ± 8.8	43.3 ± 9.4	0.6 ± 4.3	0.391

Mean ± S.D., MVC: maximal voluntary contraction, CSA: cross-sectional area

タンストレーニングがメンタルヘルスに与えるメカニズムとしては、筋収縮によって影響を受けるインスリン様成長因子 (IGF-1) や、脳由来神経栄養因子 (BDNF) などのバイオマーカーが関連することが考えられるため、今後はこれらのバイオマーカーも合わせて検討していく必要がある。

#### 4. 総括

本年度のプロジェクト研究の結果から、認知機能の低下には動脈ステイフネスの増加や体力の低下が関連し、それらが中年から始まることが明らかにされた。また、オンラインコミュニケーションツールを用いた低負荷の自体重エクササイズは、筋機能や動脈機能に対して対面でのエクササイズと同様の効



果を示し、抑うつ傾向の改善においても有効であることが示唆された。

今後は動脈機能や体力の向上とともに、認知機能やメンタルヘルスを改善するための運動方法の開発などに取り組み、中高齢者の健康寿命延伸に向けた研究を進める予定である。

## 謝辞

本研究の遂行において、岡本研究室および菊池研究室の大学院およびゼミ生に協力いただきました。また、体力測定にあたり、スポーツプロモーションオフィスの皆さまに多大なる貢献をいただきました。期して感謝の意を表します。

## 参考文献

- Baldasseroni S, Mossello E, Romboli B et al (2010) Relationship between cognitive function and 6-minute walking test in older outpatients with chronic heart failure. *Aging Clin Exp Res* 22:308-313. <https://doi.org/10.1007/BF03324936>
- Bartholomew, J. B., Morrison, D., & Ciccolo, J. T. (2005). Effects of acute exercise on mood and well-being in patients with major depressive disorder. *Med Sci Sports Exerc*, 37(12), 2032-2037. doi: 10.1249/01.mss.0000178101.78322.dd
- Brand, R., Timme, S., & Nosrat, S. (2020). When Pandemic Hits: Exercise Frequency and Subjective Well-Being During COVID-19 Pandemic. *Front Psychol*, 11, 570567. doi: 10.3389/fpsyg.2020.570567
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., . . . Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *Br J Sports Med*, 54(24), 1451-1462. doi: 10.1136/bjsports-2020-102955
- Buracchio T, Dodge HH, Howieson D, Wasserman D, Kaye J (2010) The trajectory of gait speed preceding mild cognitive impairment. *Arch Neurol* 67:980-986. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2010.159>
- Cekok K, Kahraman T, Duran G et al (2020) Timed Up and Go Test With a Cognitive Task: Correlations With Neuropsychological Measures in People With Parkinson's Disease. *Cureus* 12:e10604. <https://doi.org/10.7759/cureus.10604>
- Ejiri, M., Kawai, H., Kera, T., Ihara, K., Fujiwara, Y., Watanabe, Y., . . . Obuchi, S. (2021). Exercise as a coping strategy and its impact on the psychological well-being of Japanese community-dwelling older adults during the COVID-19 pandemic: A longitudinal study. *Psychol Sport Exerc*, 57, 102054. doi: 10.1016/j.psychsport.2021.102054
- Elkington, T. J., Cassar, S., Nelson, A. R., & Levinger, I. (2017). Psychological Responses to Acute Aerobic, Resistance, or Combined Exercise in Healthy and Overweight Individuals: A Systematic Review. *Clin Med Insights Cardiol*, 11, 1179546817701725. doi: 10.1177/1179546817701725
- Gorelick PB, Scuteri A, Black SE et al (2011) Vascular contributions to cognitive impairment and dementia: a statement for healthcare professionals from the american heart association/american stroke association. *Stroke* 42:2672-2713. <https://doi.org/10.1161/STR.0b013e3182299496>
- Gordon, B. R., McDowell, C. P., Hallgren, M., Meyer, J. D., Lyons, M., & Herring, M. P. (2018). Association of Efficacy of Resistance Exercise Training With Depressive Symptoms: Meta-analysis and Meta-regression Analysis of Randomized Clinical Trials. *JAMA Psychiatry*, 75(6), 566-576. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2018.0572
- Hajjar I, Goldstein FC, Martin GS, Quyyumi AA (2016) Roles of Arterial Stiffness and Blood Pressure in Hypertension-Associated Cognitive Decline in Healthy Adults. *Hypertension* 67:171-175. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.115.06277>
- Herbert, C., Meixner, F., Wiebking, C., & Gilg, V. (2020). Regular Physical Activity, Short-Term Exercise, Mental Health, and Well-Being Among University Students: The Results of an Online and a Laboratory Study. *Front Psychol*, 11, 509. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00509
- Kikuchi, N., Mochizuki, Y., Kozuma, A., Inoguchi, T., Saito, M., Deguchi, M., . . . Okamoto, T. (2022). The Effect of Online Low-intensity Exercise Training on Fitness and Cardiovascular Parameters. *Int J Sports Med*, 43 (5), 418-426. doi: 10.1055/a-1582-2874
- McEniery CM, Yasmin, Hall IR et al (2005) Normal vascular aging: differential effects on wave reflection and aortic pulse wave velocity: the Anglo-Cardiff Collaborative Trial (ACCT). *J Am Coll Cardiol* 46:1753-1760. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.07.037>
- McGough EL, Kelly VE, Logsdon RG et al (2011) Associations between physical performance and executive function in older adults with mild cognitive

- impairment: gait speed and the timed “up & go” test. *Phys Ther* 91:1198-1207. <https://doi.org/10.2522/ptj.20100372>
- Nieto ML, Albert SM, Morrow LA, Saxton J (2008) Cognitive status and physical function in older african americans. *J Am Geriatr Soc* 56:2014-2019. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.01938.x>
- Pase MP, Himali JJ, Mitchell GF et al (2016) Association of Aortic Stiffness With Cognition and Brain Aging in Young and Middle-Aged Adults: The Framingham Third Generation Cohort Study. *Hypertension* 67:513-519. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.115.06610>
- Pase MP, Herbert A, Grima NA, Pipingas A, O'Rourke MF (2012) Arterial stiffness as a cause of cognitive decline and dementia: a systematic review and meta-analysis. *Intern Med J* 42:808-815. <https://doi.org/10.1111/j.1445-5994.2011.02645.x>
- Placido J, Ferreira JV, de Oliveira F et al (2019) Association among 2-min step test, functional level and diagnosis of dementia. *Dement Neuropsychol* 13:97-103. <https://doi.org/10.1590/1980-57642018dn13-010011>
- Podsiadlo D, Richardson S (1991) The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 39:142-148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- Scuteri A, Tesauro M, Appolloni S, Preziosi F, Brancati AM, Volpe M (2007) Arterial stiffness as an independent predictor of longitudinal changes in cognitive function in the older individual. *J Hypertens* 25:1035-1040. <https://doi.org/10.1097/HJH.0b013e3280895b55>
- Sperling RA, Aisen PS, Beckett LA et al (2011) Toward defining the preclinical stages of Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's Association workgroups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement* 7:280-292. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2011.03.003>
- Taniguchi Y, Fujiwara Y, Nofuji Y et al (2015) Prospective Study of Arterial Stiffness and Subsequent Cognitive Decline Among Community-Dwelling Older Japanese. *J Epidemiol* 25:592-599. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20140250>
- Watson NL, Sutton-Tyrrell K, Rosano C et al (2011) Arterial stiffness and cognitive decline in well-functioning older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 66:1336-1342. <https://doi.org/10.1093/gerona/glr119>
- Taspinar, B., Aslan, U. B., Agbuga, B., & Taspinar, F. (2014). A comparison of the effects of hatha yoga and resistance exercise on mental health and well-being in sedentary adults: a pilot study. *Complement Ther Med*, 22 (3), 433-440. doi: 10.1016/j.ctim.2014.03.007
- Scuteri A, Wang H (2014) Pulse wave velocity as a marker of cognitive impairment in the elderly. *J Alzheimers Dis* 42 Suppl 4:S401-410. <https://doi.org/10.3233/JAD-141416>
- Zijlstra LE, Trompet S, Jukema JW et al (2020) Association of cardiovascular structure and function with cerebrovascular changes and cognitive function in older patients with end-stage renal disease. *Aging (Albany NY)* 12:1496-1511. <https://doi.org/10.18632/aging.102696>