

Dynamika zmian poziomu funkcjonowania poznawczego wśród pacjentów po infekcji SARS-CoV-2 – propozycja zdalnej oceny neuropsychologicznej w badaniu podłużnym¹

Ewa Malinowska²

Uniwersytet Warszawski, Wydział Psychologii
<https://orcid.org/0000-0002-0881-1401>

Dominika Żarnecka

Uniwersytet Warszawski, Wydział Psychologii
<https://orcid.org/0000-0002-4026-3900>

Emilia Łojek

Uniwersytet Warszawski, Wydział Psychologii
<https://orcid.org/0000-0002-0809-5601>

Zespół Badawczy NeuroCovid

Wydziału Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego³

¹ Praca została dofinansowana ze środków na rozwój potencjału badawczego Wydziału Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego przyznanych przez Ministerstwo Nauki i Edukacji (501-D125-01-1250000 zlec. 5011000236).

² Adres do korespondencji: ewa.malinowska@psych.uw.edu.pl.

³ W skład Zespołu Badawczego NeuroCovid Wydziału Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego wchodzi (alfabetycznie): Anna Rita Egbert (Faculty of Psychology, St. Joseph's University, New York, USA; <https://orcid.org/0000-0003-0546-1159>), Małgorzata Gambin (Wydział Psychologii UW; <https://orcid.org/0000-0001-7880-1447>), Natalia Gawron (Akademia Pedagogiki Specjalnej; <https://orcid.org/0000-0002-6052-1946>), Karolina Hansen (Wydział Psychologii UW; <https://orcid.org/0000-0002-1556-4058>), Paweł Holas (Wydział Psychologii UW; <https://orcid.org/0000-0002-4210-3396>), Agnieszka Pluta (Wydział Psychologii UW; <https://orcid.org/0000-0002-4684-1919>), Marcin Sękowski (Akademia Pedagogiki Specjalnej; <https://orcid.org/0000-0001-6736-0957>), Marta Sobańska (Wydział Psychologii UW; <https://orcid.org/0000-0003-4242-308X>), Julia Wyszomirska (Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach; <https://orcid.org/0000-0001-7887-4099>).

Streszczenie

Cel: Celem przeprowadzonego badania podłużnego była ocena funkcjonowania poznawczego osób, które chorowały na COVID-19, określenie dynamiki zmian obserwowanych w tym zakresie na przestrzeni 3–4 miesięcy, porównanie wyników pacjentów z wynikami grupy kontrolnej oraz weryfikacja przydatności nowej metody zdalnej oceny neuropsychologicznej.

Metoda: Przeprowadzono badanie podłużne z wykorzystaniem narzędzia do telefonicznej oceny neuropsychologicznej *Brief Test of Adult Cognition by Telephone* (BTACT), które na potrzeby badania przetłumaczono na język polski. Badanie objęło osoby po infekcji SARS-CoV-2 (grupa COVID(+)) oraz osoby z grupy kontrolnej (COVID(-)). Obie grupy zostały przebadane dwukrotnie, w odstępie 3–4 miesięcy. Badanie prowadzono od lipca 2020 do stycznia 2022 roku.

Wyniki: Przeprowadzono porównania danych z wykorzystaniem analizy wariancji dla pomiarów powtarzanych w schemacie mieszanym. W porównaniu z grupą COVID(-) grupa COVID(+) uzyskała istotnie niższe wyniki w pierwszym i w drugim pomiarze *Testu powtarzania liczb wspak* oraz w pierwszym pomiarze w *Teście ciągu liczb*. Dodatkowo zaobserwowano poprawę w wynikach uzyskiwanych przez grupę COVID(+) w drugim pomiarze w porównaniu z pierwszym pomiarem w: *Teście 15 słów Reya*, zarówno w warunku natychmiastowego, jak i odroczonego odtworzenia; *Teście powtarzania liczb wspak*, *Teście ciągu liczb* oraz w *Teście liczenia wspak*.

Konkluzja: Uzyskane wyniki wskazują na obniżenie funkcji pamięci roboczej oraz wnioskowania indukcyjnego u osób z grupy COVID(+) w porównaniu z grupą COVID(-). Dodatkowo przeprowadzone badanie wskazuje na przydatność BTACT w śledzeniu zmiany poziomu funkcjonowania poznawczego w czasie u osób po infekcji SARS-CoV-2. Szczególnie pomocne w monitorowaniu wspomnianych zmian wydają się testy służące ocenie pamięci operacyjnej (*Test 15 słów Reya*, *Test powtarzania liczb wspak*) oraz test wnioskowania indukcyjnego (*Test ciągu liczb*).

Słowa kluczowe: COVID-19, *long-COVID*, funkcje poznawcze, ocena neuropsychologiczna, zdalne metody testowe

Podczas trwającej od marca 2020 do maja 2023 roku pandemii COVID-19 w samej Polsce odnotowano ponad 6 mln przypadków zakażeń (covid19.who.int).

Jedną z postulowanych dróg wejścia wirusa SARS-CoV-2 do OUN jest przejście przez błonę śluzową nosa, migracja przez kość sitową do opuszki węchowej i wzdłuż drogi węchowej, nerwu błędnego lub trójdzielnego w głąb tkanki mózgu (Boldrini i in., 2021). Wirus z okolic węchomózgowia może migrować do innych okolic OUN. Analizy histopatologiczne wykazały guzki mikrogleju i fagocytozę neuronów przede wszystkim w okolicy pnia mózgu, rzadziej kory czy w układzie limbicznym (Yong, 2021). Wirus przechodzi również przez barierę krew – mózg, osłabia jej ochronne działanie przez, jak się wydaje, wywoływanie licznych stanów zapalnych w obrębie śródbłonna wyściółki naczyń krwionośnych, co z jednej strony może prowadzić do mikrokrwawień, z drugiej zaś do niedokrwienia w obrębie poszczególnych okolic mózgowia (Lee i in., 2022). Innymi bezpośrednimi konsekwencjami zakażenia wirusem w obrębie układu nerwowego mogą być

m.in. – w zależności od stopnia ciężkości zakażenia – zapalenie mózgu i/lub opon mózgowych, zmęczenie, różnego rodzaju neuropatie, zaburzenia snu, nastroju (depresja, stany lękowe), a w obrębie funkcjonowania poznawczego: zaburzenia koncentracji, szybkości przetwarzania informacji, pamięci (w szczególności w obrębie prawidłowej aktualizacji nazw) czy funkcji wykonawczych (Heneka i in., 2020).

Okazuje się jednak, że walka pacjenta z chorobą nie kończy się wraz z końcem infekcji. Wśród ozdrowieńców obserwuje się szereg zaburzeń, utrzymujących się długo po zakończonej chorobie. Zróznicowane, długofalowe konsekwencje zakażenia SARS-CoV-2 nazywane są *long-COVID* (Crook i in., 2021).

Jedne z częściej zgłaszanych trudności to zaburzenia funkcji poznawczych. Obejmują one: pamięć, uwagę, funkcje wykonawcze, szybkość przetwarzania informacji (Zhao i in., 2024) czy różne aspekty funkcji językowych i obserwowane są zarówno tuż po zakończonej infekcji (Almeria i in., 2020; Helms i in., 2020;), jak i po upływie kilku tygodni od końca choroby (Malinowska i in., 2022; Moreno-Pérez i in., 2021; Ortelli i in., 2021; Raman i in., 2021; Whiteside i in., 2021). Według niektórych badań zaburzenia poznawcze mogą występować u ok. 12–17% pacjentów po upływie trzech miesięcy od początku choroby (Savarraj i in., 2021; Tomasoni i in., 2021), a według innych – nawet u 50% badanych po upływie ponad sześciu miesięcy (Frontera i in., 2021).

Występowanie powyższych deficytów może mieć bezpośredni związek ze strukturalnymi zmianami w mózgu, które, według badań wykorzystujących różne techniki neuroobrazowania, mogą zachodzić w związku z zachorowaniem na COVID-19 (Egbert i in., 2020). Inne badania wskazują na obecność procesów zapalnych, które mogą toczyć się w obrębie tkanki mózgowej na przestrzeni nawet jednego roku po doświadczonej infekcji (Michael i in., 2023). Tak więc poziom funkcjonowania pacjentów będzie zależał od krótko- i długoterminowej reakcji układu immunologicznego. Okazuje się, że pacjenci otrzymujący w trakcie terapii kortykosteroidy ostatecznie łagodniej przechodzili infekcję, szybciej i bardziej efektywnie wracali do zdrowia (Klein i in., 2023), a ci z objawami *long-COVID* charakteryzowali się ogólnie niższym poziomem stężenia kortyzolu w surowicy. Niektóre z prac opisują również obniżony poziom gonadotropin w obrębie OUN, co w dłuższej perspektywie może przyczyniać się do przyspieszenia procesów starzenia się tkanki mózgu i wyższego ryzyka pojawienia się zaburzeń o charakterze demencji (Davis i in., 2023; Rasika i in., 2024).

Według wybranych doniesień zaburzenia poznawcze mogą rozwijać się u pacjentów niezależnie od nasilenia objawów w trakcie choroby, dotyczą również młode osoby, u których przebieg choroby kwalifikował się jako lekki (Del Brutto i in., 2021; Woo i in., 2020).

Jednym z zespołów badawczych, zbierających dane na temat funkcjonowania poznawczego osób po przebyciu COVID-19 w Polsce, jest zespół NeuroCovid, powstały przy Wydziale Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego (UW) pod kierownictwem prof. Emilii Łojek. Zespół rozpoczął swoją działalność jeszcze w 2020 roku, kiedy przeprowadzenie oceny funkcji poznawczych tradycyjnymi testami neuropsychologicznymi przestało być możliwe ze względu na obowiązujący reżim sanitarny. Konieczne stało się sięgnięcie po metody zdalne, takie jak ankiety internetowe oraz badania telefoniczne.

Przeprowadzenie oceny funkcji poznawczych za pomocą zdalnych metod testowych wiąże się z pewnymi ograniczeniami. Taka forma badania pozbawia możliwości pełnej obserwacji zachowań i reakcji pacjenta (Sozzi i in., 2020), może nie być odpowiednia dla niektórych populacji klinicznych (np. seniorów ze stwierdzoną utratą słuchu lub zaawansowaną demencją; niektórych pacjentów psychiatrycznych) oraz stwarza problemy związane z utrzymaniem spójnych warunków testowych dla wszystkich badanych (Parlar i in., 2020). Zdaniem Sozzi i współpracowników metody zdalne powinny być stosowane jedynie w przypadkach, kiedy oceny funkcji poznawczych nie można odłożyć w czasie i przeprowadzić bezpośrednio, metodą „twarzą w twarz”. Jednocześnie warto zauważyć, że metody zdalne mają także pewne zalety, np. wygoda, elastyczność oraz dostęp do pacjentów niewychodzących z domu (Bloch i in., 2021). Jeszcze przed pandemią COVID-19 Brearly i inni w 2017 roku przeprowadzili metaanalizę, mającą na celu porównanie zdalnych i stacjonarnych metod testowych. Według uzyskanych wyników forma badania miała znaczenie dla testów funkcji motorycznych oraz testów opierających się na materiale wizualnym, jednak w testach werbalnych (np. testy fluencji, nauka list wyrazowych, powtarzanie liczb) nie zaobserwowano istotnych różnic w wynikach testów zdalnych oraz testów stacjonarnych (Brearly i in., 2017). Również nowsze doniesienia od Barcellos i współpracowników z 2021 roku wskazują, że testy pamięci werbalnej oraz testy szybkości przetwarzania mogą być efektywnie przeprowadzone metodami zdalnymi (Barcellos i in., 2021).

Na potrzeby prowadzonych przez zespół NeuroCovid badań podłużnych powstało tłumaczenie baterii testów *Brief Test of Adult Cognition by Telephone* (BTACT) (Lachman i in., 2014). Badania zespołu NeuroCovid były nie tylko pierwszym praktycznym wykorzystaniem BTACT w Polsce, lecz także należały do jednych z pierwszych w naszym kraju badań nad funkcjonowaniem poznawczym osób po zakażeniu SARS-CoV-2, które wykorzystywały zdalne metody testowe.

Przeprowadzone badania miały na celu jak najbardziej wszechstronną w zastanych warunkach ocenę funkcjonowania poznawczego osób po COVID-19, ocenę dynamiki tych zmian na przestrzeni ok. 3–4 miesięcy oraz porównanie uzyskanych przez grupę kliniczną wyników z wynikami grupy kontrolnej.

Metoda

Do badania włączono osoby, które uzyskały pozytywny wynik testu na COVID-19 (grupa eksperymentalna, dalej określana jako COVID(+), oraz osoby, które według swej najlepszej wiedzy nie chorowały na COVID-19 i nie miały nigdy pozytywnego wyniku testu (grupa kontrolna, dalej: COVID(-)). Na początkowym etapie badania do grupy COVID(+) kwalifikowano osoby, które uzyskały pozytywny wynik w teście PCR, w dalszym przebiegu epidemii jako kryterium włączenia do grupy COVID(+) uznawano również testy antygenowe dostępne w aptekach. Rekrutację osób badanych prowadzono za pośrednictwem mediów społecznościowych oraz we współpracy z panelem badawczym wśród zarejestrowanych użytkowników panelu. Osoby badane zostały poinformowane o celu prowadzonego

badania i wyraziły dobrowolną zgodę na wzięcie w nim udziału. Badania prowadzono od lipca 2020 do stycznia 2022 roku.

Przedstawione w artykule wyniki dotyczą osób, które zgodnie z informacjami uzyskanymi w innej części omawianego projektu (samodzielnie wypełnianej internetowej ankiecie dotyczącej szeroko rozumianego funkcjonowania w okresie zakażenia i po nim lub ogólnie w trakcie pandemii) nie miały historii chorób układu krążenia, chorób neurologicznych, onkologicznych czy historii leczenia psychiatrycznego oraz deklarowały łagodny (wg wytycznych definicji WHO⁴, 2023 czy wytycznych NIH⁵, 2023) przebieg choroby w przypadku zakażenia.

Osoby badane

Łącznie w dwukrotnym badaniu telefonicznym uczestniczyło 177 osób: 133 osoby zakwalifikowane do grupy COVID(+) oraz 44 osoby zakwalifikowane do grupy COVID(-). Większość badanej próby to kobiety (70,6%) oraz osoby z wykształceniem wyższym (74,6%). Osoby z wykształceniem średnim stanowiły 24,3% całej próby, zaś osoby z wykształceniem podstawowym 1,1%. Przedział wiekowy osób badanych wynosił od 18 do 74 lat, zaś średni wiek – $M = 41,7$.

Analiza testem t -Studenta (przy dużej różnicy w liczebności grup osób badanych) nie wykazała istotnych różnic w średnim wieku osób badanych w obu analizowanych warunkach $t(175) = 1,90$, $p = 0,05$. Można przyjąć, że osoby w grupie COVID(+) miały średnio taki sam wiek ($M = 40,56$; $SD = 13,71$) jak osoby z grupy COVID(-) ($M = 45,18$; $SD = 14,71$).

Analiza testem χ^2 nie wykazała istotnych różnic w płci osób badanych w poszczególnych grupach badawczych $\chi^2(1) = 0,48$, $p = 0,827$.

Analiza testem χ^2 nie wykazała istotnych różnic w wykształceniu osób badanych w poszczególnych grupach badawczych $\chi^2(2) = 5,80$, $p = 0,055$.

Szczegółowe dane socjodemograficzne osób badanych prezentuje tabela 1 (s. 32).

Narzędzia pomiarowe

Wykorzystana w omawianych badaniach bateria testów *Brief Test of Adult Cognition by Telephone* (BTACT) została opracowana w 2014 roku przez zespół z Brandeis University w Massachusetts, w skład którego weszli: Margie E. Lachman, Stefan Agrigoroaei, Patricia A. Tun oraz Suzanne L. Weaver. BTACT pozwala na przekrojową ocenę funkcji poznawczych takich jak: werbalna pamięć

⁴ Definicja łagodnego przebiegu zakażenia wg WHO (World Health Organisation): pacjenci z objawami spełniający definicję przypadku dla COVID-19 bez cech wirusowego zapalenia płuc lub niedotlenienia.

⁵ Definicja łagodnego przebiegu zakażenia wg NIH (National Institute of Health): osoby, u których występują którekolwiek z różnych oznak i objawów COVID-19 (np. gorączka, kaszel, ból gardła, złe samopoczucie, ból głowy, ból mięśni, nudności, wymioty, biegunka, utrata smaku i węchu), ale które nie mają duszności lub nieprawidłowego obrazowania klatki piersiowej.

epizodyczna, pamięć robocza, funkcje wykonawcze, szybkość przetwarzania, fluencja słowna, czas reakcji, uwaga oraz przerzutność uwagi, zdolność hamowania oraz rozumowanie indukcyjne. Całościowy czas badania za pomocą BTACT wynosi ok. 20 minut. Arkusz testowy zawiera szczegółową instrukcję do każdego z testów, która określa również zakres pytań i komentarzy, jakie są dopuszczalne w rozmowie z osobą badaną (Lachman i in., 2014).

Tabela 1

Zmienne socjodemograficzne grupy badanej

Grupa	Płeć	Wiek (w %)	Wykształcenie (w %)
Ogólnie:			
COVID(+): $n = 133$	K: 133	18–74 r.ż.	podstawowe: 1,1
COVID(-): $n = 44$	M: 44	$M = 41,7$	średnie: 24,3
			wyższe: 74,6
Grupa eksperymentalna			
COVID(+): $n = 133$	K: 95	18–24 lata: 9,8	podstawowe: 9,8
	M: 38	25–24 lata: 29,3	średnie: 28,6
		35–44 lata: 27,1	wyższe: 70,7
		45–54 lata: 15	
		55+: 18,8	
		$M = 40,56; SD = 13,71$	
Grupa kontrolna			
COVID(-): $n = 44$	K: 30	18–24 lata: 2,3	podstawowe: 2,3
	M: 14	25–24 lata: 27,3	średnie: 11,4
		35–44 lata: 22,7	wyższe: 86,4
		45–54 lata: 18,2	
		55+: 29,5%	
		$M = 45,18; SD = 14,71$	

Bateria BTACT nie jest jedyną baterią testów, która pozwala na zdalną ocenę funkcji poznawczych. Podobnych narzędzi istnieje wiele, są one jednak często narzędziami przesiewowymi. Warto w tym miejscu wymienić m.in. *The Telephone Interview for Cognitive Status* (TICS), wersję telefoniczną *The Mini Mental State Examination* (MMSE), *Telephone Montreal Cognitive Assessment*, TELE etc. (Carlew i in., 2020). Do bardziej przekrojowych narzędzi pozwalających na ocenę zróżnicowanych funkcji poznawczych metodą nie „twarzą w twarz” należą m.in. *Brief Assessment of Cognition* (BAC) (Atkins i in., 2022) oraz *Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery* (CANTAB) (Rapp i in., 2012). Obie baterie testów stosowane są z wykorzystaniem komputera i zostały opracowane z myślą nie tylko o badaniach na odległość, lecz także stwarzały możliwości samodzielnego wypełnienia testów przez osoby badane. Wiąże się z tym jednak pewne ograniczenia: poziom uzyskanych w teście wyników może zależeć od poziomu umiejętności korzystania z komputera (Smith i in., 2013). Testem – podobnie jak BTACT – przeprowadzanym telefonicznie i pozwalającym na pogłębioną (tj. nieprzesiewową) ocenę funkcji poznawczych jest *Telephone-Administered Cognitive Test Battery* (TACT). Test rzetelności test-retest porównujący wyniki uzyskane w badaniu

przez telefon i ponownym badaniu przeprowadzonym stacjonarnie wykazał wysokie korelacje. Brakuje jednak testów przeprowadzonych poza Wielką Brytanią oraz wyników opisujących trafność diagnostyczną TACT (Carlew i in., 2020).

Zespół badawczy NeuroCovid zdecydował się ostatecznie na wykorzystanie baterii testów BTACT, którego użyteczność została potwierdzona badaniami prowadzonymi u osób w różnym wieku i ze zróżnicowanych populacji (Carlew i in., 2020). Stosowanie metody telefonicznej pozwala na uniknięcie zaniżenia wyników u tych osób, które nie mają umiejętności swobodnego posługiwania się komputerem (a więc przede wszystkim osób starszych). Dodatkowo rozmowa telefoniczna pozwala na przynajmniej częściową kontrolę warunków badania (np. natężenia hałasu czy obecność osób trzecich podczas badania).

Brief Test of Adult Cognition by Telephone to test, który nie był nigdy wcześniej stosowany w Polsce i nie ma polskiej adaptacji. Na potrzeby opisanego badania opracowano polską wersję eksperymentalną w tłumaczeniu Anny Egbert oraz pozostałych członków zespołu NeuroCovid. Test został przetłumaczony z języka angielskiego na język polski, nie przeprowadzono jednak badań wstępnych dla polskojęzycznej wersji ani badań wykorzystujących tłumaczenie zwrotne. W związku z tym nie zweryfikowano, czy wersja polskojęzyczna jest równoważna z wersją angielskojęzyczną. Mimo to zdecydowano się na wykorzystanie eksperymentalnej wersji tłumaczenia ze względu na pilną potrzebę oceny funkcji poznawczych pacjentów po przebyciu COVID-19. Obowiązujące w tamtym czasie restrykcje sanitarne znacząco ograniczały możliwość przeprowadzenia badań adaptacyjnych dla polskojęzycznej wersji narzędzia. Takie ograniczenia obecnie już nie występują, dlatego przed wykorzystaniem polskiego tłumaczenia BTACT w dalszych badaniach należałoby narzędzie poddać adaptacji.

Dla oryginalnej angielskojęzycznej baterii BTACT opracowano cztery równorzędne wersje: A, B, C, D, z czego na język polski przetłumaczono wersje C i D (za zgodą twórców oryginalnych wersji). Każda z wersji składa się z tych samych zadań, przeprowadzanych w tej samej kolejności, jednak bazujących na odmiennym materiale liczbowym i leksykalnym.

Bateria składa się z sześciu testów: dwóch autorskich oraz czterech zaczerpniętych lub skonstruowanych na podstawie dostępnych wcześniej wystandaryzowanych narzędzi neuropsychologicznych. Testy przeprowadza się w takiej samej kolejności, w jakiej zostały opisane poniżej.

1. *Test 15 słów Reya* (RAVLT) przeprowadza się w dwóch warunkach: natychmiast po usłyszeniu materiału słownego oraz po odroczeniu – na koniec całego badania (Rey, 1964).
2. *Test powtarzania liczb wspak* został zaczerpnięty ze *Skali inteligencji Wechslera* WAIS III (Wechsler, 1997).
3. *Test fluencji słownej* wykorzystuje kategorie leksykalne. Testy fluencji słownej są powszechnie stosowaną metodą, opisaną po raz pierwszy w 1967 roku przez Borkowskiego, Bentona i Spreena (Borkowski i in., 1967). W BTACT czas wykonania wynosi 1 minutę, a liczba odpowiedzi jest zliczana całościowo oraz w przedziałach po 15 sekund. Kategoriami leksykalną wykorzystaną w wersji C testu BTACT były „zwierzęta”, zaś w wersji D „imiona”.

4. *Test stój/idź* wymaga od osoby badanej prawidłowej reakcji słownej (odpowiedzi „stój” lub „idź”) po usłyszeniu wyrazów „czerwony” lub „zielony”. Test składa się z trzech osobnych prób, opierających się na odmiennych instrukcjach. Jest to autorski test opracowany na potrzeby BTACT i pozwala na ocenę czasu reakcji, zdolności koncentracji i przerzutności uwagi oraz procesów hamowania (Lachman i in., 2014).
5. *Test ciągu liczb* – osoba badana słyszy ciąg liczb i ma za zadanie dostrzec zależności między nimi, a następnie obliczyć ostatnią liczbę w ciągu. Test został opracowany na wzór wcześniej opisywanych testów ciągu liczb (Salthouse i Prill, 1987; Schaie, 1996), jednak wykorzystuje nowy, oryginalny materiał liczbowy.
6. *Test liczenia wstecz* wymaga od osoby badanej odliczania wstecz, począwszy od 100, odejmując po 1. Na test przeznaczono 30 sekund – jest to krótki autorski test opracowany na potrzeby BTACT, który pozwala na ocenę szybkości przetwarzania (Lachman i in., 2014).

Wartości psychometryczne BTACT

Trafność diagnostyczną poszczególnych testów baterii BTACT weryfikowano, porównując je z testami wchodzącymi w skład *Boston Cognitive Assessment* (BOCA). Korelacje pomiędzy testami wynosiły między 0,42 a 0,54 i były istotne statystycznie na poziomie $p < 0,001$ (Lachman i in., 2014). Rzetelność testu oceniono metodą test-retest w osobnych badaniach dla wersji równoległych A i B. Współczynniki rzetelności dla wersji równoległych wynosiły od 0,55 do 0,94 w pierwszym pomiarze i między 0,52 a 0,85 w drugim pomiarze. Wyjątkiem był test fluencji, który w teście test-retest uzyskał rzetelność na poziomie 0,30, co może sugerować, że istnieją istotne różnice w wykonaniu tego testu w zależności od kategorii leksykalnej wykorzystywanej w teście (Lachman i in., 2014).

Przeprowadzono badania z użyciem baterii testów BTACT przez telefon oraz bezpośrednio „twarzą w twarz”, mające na celu weryfikację, czy metoda testowania wpływa na uzyskiwane przez badanych wyniki. Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w tym zakresie (Lachman i in., 2014).

Procedura badawcza

Przeprowadzone przez zespół NeuroCovid badania miały formę badań podłużnych. Pomiar funkcji poznawczych za pomocą BTACT wykonywano dwukrotnie, w odstępie 3–4 miesięcy. W pierwszym oraz w drugim pomiarze wykorzystywano odmiennie, równorzędne wersje testów: wersję C i D. Pomiarzy były przeprowadzone przez psychologów należących do zespołu badawczego NeuroCovid. Zazwyczaj pierwszy oraz drugi pomiar przeprowadzała ta sama osoba, jednak w niektórych przypadkach następowała zmiana specjalisty przeprowadzającego drugi pomiar. Zmiany te wynikały ze zróżnicowanej dyspozycyjności badaczy dotyczącej terminów badań, które dostosowywano do uczestników.

Osoby badane były proszone o wskazanie terminu, w którym będą miały możliwość przebywania w cichym i spokojnym miejscu, pozwalającym na optymalną koncentrację uwagi. Na początku badania pytano uczestników o ich samopoczucie – w przypadku choroby lub deklarowanego zmęczenia rezygnowano z badania i ustalano nowy termin. Przed rozpoczęciem badania informowano uczestników o braku możliwości powtarzania treści zadań oraz o zakazie prowadzenia notatek podczas jego trwania.

Metody analizy danych

Zebrane dane analizowano w sposób zbiorczy, z zapewnieniem anonimowości osób badanych. Dla omawianych zmiennych spełniono warunki umożliwiające przeprowadzenie porównań danych z wykorzystaniem wieloczynnikowej analizy wariancji z powtarzanym pomiarem.

Wyniki

Poniżej przedstawiono wnioski dla porównań średnich wyników dla poszczególnych metod między grupami i wewnątrz grup.

Test 15 słów Reya (RAVLT) – natychmiastowe odtworzenie listy 15 słów

Osoby w grupie COVID(+) uzyskały istotnie wyższe średnie wyniki ($F(1,175) = 1,090, p < 0,001$) w drugim pomiarze. W grupie kontrolnej nie odnotowano istotnej zmiany średnich wyników w czasie. Nie odnotowano istotnych różnic w pomiarach średnich wyników pomiędzy grupą COVID(+) i COVID(-) w żadnym z pomiarów.

Test 15 słów Reya (RAVLT) – odroczone odtworzenie listy 15 słów

Osoby w grupie COVID(+) uzyskały istotnie wyższe średnie wyniki ($F(1,175) = 9,084, p = 0,003$) w drugim pomiarze. W grupie kontrolnej nie odnotowano istotnej zmiany średnich wyników w czasie. Nie odnotowano istotnych różnic w pomiarach średnich wyników pomiędzy grupą COVID(+) i COVID(-) w żadnym z pomiarów.

Test powtarzania liczb wspak

Osoby z grupy COVID(-) uzyskały istotnie wyższe średnie wyniki w porównaniu z osobami z grupy COVID(+) zarówno w pierwszym, jak i w drugim pomiarze ($F(1,174) = 9,832, p < 0,001$). Osoby z grupy COVID(+) uzyskały istotnie wyższe średnie wyniki w drugim z pomiarów: $F(1,174) = 15,776, p < 0,002$.

Tabela 2

Porównanie średnich wyników uzyskanych w testach przez grupę COVID(+) i grupę COVID(-) w pierwszym i w drugim pomiarze

Test	Grupa COVID(+)	Grupa COVID(-)
Test natychmiastowego odtworzenia listy 15 słów	Pomiar 1 $M = 7,87; SD = 0,215$	Pomiar 1 $M = 8,55; SD = 0,373$
	Pomiar 2 $M = 8,71; SD = 0,215$	Pomiar 2 $M = 8,89; SD = 0,373$
Test odroczonego odtworzenia listy 15 słów	Pomiar 1 $M = 6,2; SD = 0,246$	Pomiar 1 $M = 6,5; SD = 0,428$
	Pomiar 2 $M = 6,94; SD = 0,246$	Pomiar 2 $M = 7,25; SD = 0,428$
Test powtarzania cyfr wspak WAIS III	Pomiar 1 $M = 4,22; SD = 0,114$	Pomiar 1 $M = 5,05; SD = 0,197$
	Pomiar 2 $M = 4,58; SD = 0,114$	Pomiar 2 $M = 5,09; SD = 0,197$
Test fluencji słownej	Pomiar 1 $M = 26,87; SD = 0,686$	Pomiar 1 $M = 27,5; SD = 1,193$
	Pomiar 2 $M = 27,89; SD = 0,686$	Pomiar 2 $M = 27,05; SD = 1,193$
Test ciągu liczb	Pomiar 1 $M = 2,5; SD = 0,107$	Pomiar 1 $M = 3,07; SD = 0,186$
	Pomiar 2 $M = 2,78; SD = 0,107$	Pomiar 2 $M = 3,2; SD = 0,186$
Test liczenia wspak	Pomiar 1 $M = 69,38; SD = 0,431$	Pomiar 1 $M = 68,93; SD = 0,749$
	Pomiar 2 $M = 68,22; SD = 0,431$	Pomiar 2 $M = 68,64; SD = 0,749$

Test fluencji słownej

Osoby z grupy COVID(+) uzyskały z czasem wyższe średnie wyniki, ale różnica między pomiarami w czasie nie okazała się istotna statystycznie. Średni wynik osób z grupy COVID(-) z czasem uległ obniżeniu, jednak ponownie różnica między pomiarami w czasie nie okazała się istotna statystycznie. Nie zaobserwowano istotnych różnic między średnimi wynikami osób z grupy COVID(+) a średnimi wynikami osób z grupy COVID(-), w żadnym z pomiarów fluencji słownej.

Test ciągu liczb

Osoby z grupy COVID(-) uzyskały istotnie wyższe średnie wyniki w porównaniu z osobami z grupy COVID(+) w pierwszym pomiarze $F(1,175) = 3,870$, $p = 0,05$). Osoby z grupy COVID(+) uzyskały istotnie wyższe średnie wyniki w drugim z pomiarów: $F(1,175) = 7,154$, $p = 0,008$. W drugim z pomiarów nie odnotowano istotnych różnic między grupami.

Test liczenia wspak

W grupie COVID(+) zaobserwowano istotnie wyższe średnie wyniki w drugim z pomiarów w porównaniu z pierwszym pomiarem w tej samej grupie: $F(1,175) = 7,325, p = 0,007$. Nie zaobserwowano istotnych różnic między wynikami osób z grupy COVID(+) oraz z grupy COVID(-). Średnie wyniki obu grup w *Teście liczenia wspak* nie różniły się istotnie między sobą ani w pierwszym, ani w drugim pomiarze.

Dyskusja

Zarówno na świecie, jak i w Europie rekomendowano branie pod uwagę prowadzenie zdalnej oceny neuropsychologicznej wówczas, gdy badania metodą „twarzą w twarz” z różnych względów (np. zbyt dużych odległości geograficznych) nie były możliwe (Brearly i in., 2017).

Ograniczenia związane z pandemią COVID-19 zmusiły niejako do wykorzystywania w ocenie poziomu funkcjonowania poznawczego osób doświadczających zakażenia SARS-Cov-2 metod badania na odległość (Cysique, i in., 2021; Sumpster i in., 2023). Co ciekawe, okazuje się, że pandemia zwiększyła liczbę konsultacji dotyczących oceny neuropsychologicznej na odległość (połączenia wideo na platformach lub przez telefon), ale nie samą ogólną liczbę formalnych kontaktów w tym zakresie (Webb i in., 2022).

W pracach zespołu NeuroCovid Wydziału Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego wybór padł na testy z serii BTACT (Lachman i in., 2014). Uzyskane w serii badań wyniki sugerują możliwość wykorzystania narzędzia w sytuacji, gdy fizyczny kontakt z osobą badaną jest utrudniony.

Profil otrzymanych wyników pozwala zauważyć przydatność narzędzia w ocenie neuropsychologicznej zarówno w odniesieniu do zmian w badaniach podłużnych w czasie w obrębie grupy eksperymentalnej COVID(+) (zob. *Wyniki: Test 15 słów Reya* w pierwszym i drugim pomiarze, *Test powtarzania liczb wspak* w drugim pomiarze, *Test ciągu liczb* w drugim pomiarze, *Test liczenia wspak*), jak i w porównaniu grupy eksperymentalnej COVID(+) i grupy kontrolnej COVID(-) (zob. *Wyniki: Test powtarzania liczb wspak*, *Test ciągu liczb* w pierwszym pomiarze).

Zmiana obejmowała istotnie statystyczny wyższy średni poziom wyników w obrębie grupy eksperymentalnej w drugim pomiarze w stosunku do pomiaru pierwszego oraz istotnie niższy średni poziom wyników w porównaniu z grupą kontrolną. Tak więc narzędzie wydaje się przydatne zarówno w śledzeniu zmiany poziomu funkcjonowania poznawczego w czasie w obrębie grupy COVID(+), jak i w przypadku odniesienia jej wyników do grupy COVID(-), której wyniki w czasie pozostawały na stałym poziomie.

Pewne testy okazały się pomocne w ocenie zmian poziomu funkcjonowania przede wszystkim pamięci operacyjnej (*Test 15 słów Reya*, *Test powtarzania liczb wspak*) oraz wnioskowania indukcyjnego (*Test ciągu liczb*). W tym miejscu można

wspomnieć, że ostatnie z wymienionych zadań w subiektywnej ocenie było najtrudniejsze zarówno dla osób badanych z grupy eksperymentalnej, jak i kontrolnej.

W badaniach warto kontrolować poziom motywacji osób badanych, który może spadać np. ze względu na przynależność do grupy kontrolnej, zwłaszcza w kolejnych pomiarach, podobnie jak w przypadku średniego poziomu wyników *Testu fluencji słownej*.

Ponieważ wyniki *Testu stój/idź* w żadnym stopniu nie pokazały różnic między grupami ani w ich obrębie, nie zdecydowano się ich przedstawiać. Prawdopodobnie w przyszłości, chcąc uchwycić zmianę poziomu hamowania i kontrolującej funkcji procesów uwagi, należałoby rozważyć w tego typu zadaniach cyfrowy pomiar czasu reakcji.

Otrzymane wyniki wydają się spójne z tymi, które przedstawiane są w piśmiennictwie przy wykorzystaniu w ocenie na odległość poziomu funkcjonowania poznawczego narzędzi takich jak MoCA czy MMSE, jeszcze sprzed pandemii (Bianchetti i in., 2019). Inne źródła wskazują na możliwość porównania wyników otrzymywanych w bezpośredniej ocenie neuropsychologicznej, tradycyjnymi metodami „twarzą w twarz”, z tymi wykorzystującymi badania przy pomocy wideokonferencji i cyfrowych wersji tradycyjnych narzędzi (Takakura i in., 2023).

Niektóre z badań wskazują na utrzymywanie się zaburzeń w obrębie koncentracji, uwagi, pamięci, funkcji wykonawczych wśród następujących populacji osób badanych: kobiet, osób w średnim wieku (35–49 lat), osób o niższym statusie socjoekonomicznym oraz osób z trudniejszym dostępem do dużych placówek diagnostycznych (Adjaye-Gbewonyo i in., 2022).

Ze względu na niewielką liczebność grupy eksperymentalnej, a w szczególności grupy kontrolnej, oraz rekrutację do badania osób ze stosunkowo łagodnym przebiegiem infekcji SARS-CoV-2 (wg wytycznych definicji WHO, 2023) trudno jest uogólniać uzyskane w projekcie wyniki na całość populacji, ale badanie wskazuje możliwości dalszych działań w zakresie rozwoju metod oceny neuropsychologicznej na odległość.

Bibliografia

- Adjaye-Gbewonyo, D., Vahratian, A., Perrine, C. G., Bertolli, J. (2023). Long COVID in Adults: United States. 2022. *NCHS Data Brief, 480*, 1–8. <https://dx.doi.org/10.15620/edc:132417>
- Almeria, M., Cejudo, J. C., Sotoca, J., Deus, J., Krupinski, J. (2020). Cognitive profile following COVID-19 infection: Clinical predictors leading to neuropsychological impairment. *Brain, Behavior, & Immunity – Health, 9*, artykuł 100163. <https://doi.org/10.1016/j.bbih.2020.100163>
- Atkins, A. S., Kraus, M. S., Welch, M., Yuan, Z., Stevens, H., Welsh-Bohmer, K. A., Keefe, R. S. (2022). Remote self-administration of digital cognitive tests using the Brief Assessment of Cognition: Feasibility, reliability, and sensitivity to subjective cognitive decline. *Frontiers in Psychiatry, 13*, artykuł 910896. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2022.910896>

- Barcellos, L. F., Horton, M., Shao, X., Bellesis, K. H., Chinn, T., Waubant, E., Bakshi, N., Marcus, J., Benedict, R. H., Schaefer, C. (2021). A validation study for remote testing of cognitive function in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 27(5), 795–798. <https://doi.org/10.1177/1352458520937385>
- Biagiante, B., Di Liberto, A., Nicolò Edoardo, A., Lisi, I., Nobilia, L., de Ferrabonc, G. D., Zanier, E. R., Stocchetti, N., Brambilla, P. (2022). Cognitive assessment in SARS-CoV-2 patients: A systematic review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14, artykuł 909661. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2022.909661>
- Bianchetti, A., Ferrara, N., Padovani, A., Scarpini, E., Trabucchi, M., Maggi, S. (2019). Timely Detection of Mild Cognitive Impairment in Italy: An Expert Opinion. *Journal of Alzheimer's Disease*, 68(4), 1401–1414. <https://doi.org/10.3233/JAD-181253>
- Bloch, A., Maril, S., Kavé, G. (2021). How, when, and for whom: decisions regarding remote neuropsychological assessment during the 2020 COVID-19 pandemic. *Israel Journal of Health Policy Research*, 10(1), artykuł 31. <https://doi.org/10.1186/s13584-021-00465-x>
- Boldrini, M., Canoll, P. D., Klein, R. S. (2021). How COVID-19 Affects the Brain. *JAMA Psychiatry*, 78(6), 682–683. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2021.0500>
- Borkowski, J. G., Benton, A. L., Spreen, O. (1967). Word fluency and brain damage. *Neuropsychologia*, 5, 135–140. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(67\)90015-2](https://doi.org/10.1016/0028-3932(67)90015-2)
- Brearily, T. W., Shura, R. D., Martindale, S. L., Lazowski, R. A., Luxton, D. D., Shenal, B. V., Rowland, J. A. (2017). Neuropsychological Test Administration by Videoconference: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neuropsychology Review*, 27(2), 174–186. <https://doi.org/10.1007/s11065-017-9349-1>
- Carlew, A. R., Fatima, H., Livingstone, J. R., Reese, C., Lacritz, L., Pendergrass, C., Bailey, K. C., Presley, C., Mokhtari, B., Cullum, C. M. (2020). Cognitive Assessment via Telephone: A Scoping Review of Instruments. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 35(8), 1215–1233. <https://doi.org/10.1093/arclin/acia096>
- Crook, H., Raza, S., Nowell, J., Young, M., Edison, P. (2021). Long covid-mechanisms, risk factors, and management. *British Medical Journal*, 374, artykuł n1648. <https://doi.org/10.1136/bmj.n1648>
- Cysique, L. A., Łojek, E., Ching-Kong Cheung, T., Cullen, B., Egbert, A. R., Evans, J., Garolera, M., Gawron, N., Gouse, H., Hansen, K., Holas, P., Hyniewska, S., Malinowska, E., Marcopulos, B. A., Merkley, T. L., Muñoz-Moreno, J. A., Ramsden, C., Salas, C., Sikkes, S. A. M., [...] the NeuroCOVID International Neuropsychology Taskforce. (2021). Assessment of neurocognitive functions, olfaction, taste, mental, and psychosocial health and COVID-19 in adults: Recommendations for harmonization of research and implications for clinical practice. *Journal of International Neuropsychological Society*, 28(6), 642–660. <https://doi.org/10.1017/S1355617721000862>
- Davis, H. E., McCorkell, L., Vogel, J. M., Topol, E. J. (2023). Author Correction: Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations. *Nature Reviews. Microbiology*, 21(6), 133–146. <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00896-0>
- Del Brutto, O. H., Wu, S., Mera, R. M., Costa, A. F., Recalde, B. Y., Issa, N. P. (2021). Cognitive decline among individuals with history of mild symptomatic SARS-CoV-2 infection: A longitudinal prospective study nested to a population cohort. *European Journal of Neurology*, 28(10), 3245–3253. <https://doi.org/10.1111/ene.14775>

- Egbert, A. R., Cankurtaran, S., Karpiak, S. (2020). Brain abnormalities in COVID-19 acute/subacute phase: A rapid systematic review. *Brain, Behavior, and Immunity*, 89, 543–554. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.07.014>
- Frontera, J. A., Yang, D., Lewis, A., Patel, P., Medicherla, C., Arena, V., Fang, T., Andino, A., Snyder, T., Madhavan, M., Gratch, D., Fuchs, B., Dessy, A., Canizares, M., Jauregui, R., Thomas, B., Bauman, K., Olivera, A., Bhagat, D., [...] Galetta, S. (2021). A prospective study of long-term outcomes among hospitalized COVID-19 patients with and without neurological complications. *Journal of the Neurological Sciences*, 426, artykuł 117486. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2021.117486>
- Helms, J., Kremer, S., Merdji, H., Clere-Jehl, R., Schenck, M., Kummerlen, C., Collange, O., Boulay, C., Fafi-Kremer, S., Ohana, M., Anheim, M., Meziani, F. (2020). Neurologic Features in Severe SARS-CoV-2 Infection. *The New England Journal of Medicine*, 382(23), 2268–2270. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2008597>
- Heneka, M. T., Golenbock, D., Latz, E., Morgan, D., Brown, R. (2020). Immediate and long-term consequences of COVID-19 infections for the development of neurological disease. *Alzheimer's Research & Therapy*, 12(1), artykuł 69. <https://doi.org/10.1186/s13195-020-00640-3>
- Klein, J., Wood, J., Jaycox, J. R., Dhodapkar, R. M., Lu, P., Gehlhausen, J. R., Tabachnikova, A., Greene, K., Tabacof, L., Malik, A. A., Silva Monteiro, V., Silva, J., Kamath, K., Zhang, M., Dhal, A., Ott, I. M., Valle, G., Peña-Hernández, M., Mao, T., [...] Iwasaki, A. (2023). Distinguishing features of long COVID identified through immune profiling. *Nature*, 623(7985), 139–148. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06651-y>
- Lachman, M. E., Agrigoroaei, S., Tun, P. A., Weaver, S. L. (2014). Monitoring cognitive functioning: psychometric properties of the brief test of adult cognition by telephone. *Assessment*, 21(4), 404–417. <https://doi.org/10.1177/1073191113508807>
- Lee, M. H., Perl, D. P., Steiner, J., Pasternack, N., Li, W., Maric, D., Safavi, F., Horkayne-Szakaly, I., Jones, R., Stram, M. N., Moncur, J. T., Hefti, M., Folkert, R. D., Nath, A. (2022). Neurovascular injury with complement activation and inflammation in COVID-19. *Brain: A Journal of Neurology*, 145(7), 2555–2568. <https://doi.org/10.1093/brain/awac151>
- Malinowska, W., Żarnecka, D., Wyszomirska, J., Hyniewska, S., Filon, M., Łojek, E., Zespół Badawczy NeuroCovid Wydziału Psychologii Uniwersytetu Warszawskiego. (2022). Nowe wyzwania dla neuropsychologii klinicznej: studia przypadku osób zakażonych wirusem SARS-CoV-2. W: M. Gambin i B. Zawadzki (red.), *Pandemia COVID-19. Perspektywa psychologiczna* (s. 205–232). Wydawnictwo Liberi Libri. <https://doi.org/10.47943/lib.9788363487607.rozdzial07>
- Michael, B. D., Dunai, C., Needham, E. J., Tharmaratnam, K., Williams, R., Huang, Y., Boardman, S. A., Clark, J. J., Sharma, P., Subramaniam, K., Wood, G. K., Collie, C., Digby, R., Ren, A., Norton, E., Leibowitz, M., Ebrahimi, S., Fower, A., Fox, H., Tato, E., [...] Menon, D. K. (2023). Para-infectious brain injury in COVID-19 persists at follow-up despite attenuated cytokine and autoantibody responses. *Nature Communications*, 14, artykuł 8487. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42320-4>
- Michael, B., Wood, G., Sargent, B., Ahmad, Z., Tharmaratnam, K., Dunai, C., Egbe, F., Martin, N., Facer, B., Pendered, S., Rogers, H., Hübel, Ch., van Wamelen, D.,

- Bethlehem, R., Giunchiglia, V., Hellyer, P., Trender, W., Kalsi, G., Needham, E., [...] Leek, C. (2024). Post-COVID cognitive deficits at one year are global and associated with elevated brain injury markers and grey matter volume reduction: national prospective study. *Research Square*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3818580/v1>
- Moreno-Pérez, O., Merino, E., Leon-Ramirez, J. M., Andres, M., Ramos, J. M., Arenas-Jiménez, J., Asensio, S., Sanchez, R., Ruiz-Torregrosa, P., Galan, I., Scholz, A., Amo, A., González-de-laAleja, P., Boix, V., Gil, J., COVID19-ALC research group. (2021). Post-acute COVID-19 syndrome. Incidence and risk factors: A Mediterranean cohort study. *The Journal of Infection*, 82(3), 378–383. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2021.01.004>
- Ortelli, P., Ferrazzoli, D., Sebastianelli, L., Engl, M., Romanello, R., Nardone, R., Bonini, I., Koch, G., Saltuari, L., Quartarone, A., Oliviero, A., Kofler, M., Versace, V. (2021). Neuropsychological and neurophysiological correlates of fatigue in post-acute patients with neurological manifestations of COVID-19: Insights into a challenging symptom. *Journal of the Neurological Sciences*, 420, artykuł 117271. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2020.117271>
- Parlar, M. E., Spilka, M. J., Wong Gonzalez, D., Ballantyne, E. C., Dool, C., Gojmerac, C., King, J., McNeely, H., MacKillop, E. (2020). “You can’t touch this”: Delivery of inpatient neuropsychological assessment in the era of COVID-19 and beyond. *The Clinical Neuro-psychologist*, 34(7–8), 1395–1410. <https://doi.org/10.1080/13854046.2020.1810324>
- Raman, B., Cassar, M. P., Tunncliffe, E. M., Filippini, N., Griffanti, L., Alfaro-Almagro, F., Okell, T., Sheerin, F., Xie, C., Mahmood, M., Mózes, F. E., Lewandowski, A. J., Ohuma, E. O., Holdsworth, D., Lamlum, H., Woodman, M. J., Krasopoulos, C., Mills, R., McConnell, F. A. K., [...] Neubauer, S. (2021). Medium-term effects of SARS-CoV-2 infection on multiple vital organs, exercise capacity, cognition, quality of life and mental health, post-hospital discharge. *eClinicalMedicine*, 31, artykuł 100683. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100683>
- Rapp, S. R., Legault, C., Espeland, M. A., Resnick, S. M., Hogan, P. E., Coker, L. H., Dailey, M., Shumaker, S. A., CAT Study Group. (2012). Validation of a Cognitive Assessment Battery Administered over the Telephone. *Journal of the American Geriatrics Society*, 60(9), 1616–1623. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2012.04111.x>
- Rasika, S., Nogueiras, R., Schwaninger, M., Prevot, V. (2024). Seeing through the fog: a neuroendocrine explanation for post-COVID cognitive deficits. *Nature Reviews Endocrinology*, 20(4), 189–190. <https://doi.org/10.1038/s41574-024-00955-3>
- Rey, A. (1964). *L'examen clinique en psychologie*. Presses Universitaires De France.
- Salthouse, T. A., Prill, K. A. (1987). Inferences about age impairments in inferential reasoning. *Psychology and Aging*, 2(1), 43–51. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.2.1.43>
- Savarraj, J. P. J., Burkett, A. B., Hinds, S. N., Paz, A. S., Assing, A., Juneja, S., Colpo, G. D., Torres, L. F., Cho, S. M., Gusdon, A. M., McCullough, L. D., Choi, H. A. (2021). Pain and Other Neurological Symptoms Are Present at 3 Months After Hospitalization in COVID-19 Patients. *Frontiers in Pain Research*, 16(2), artykuł 737961. <https://doi.org/10.3389/fpain.2021.737961>
- Schaie, K. W. (1996). *Intellectual development in adulthood: The Seattle Longitudinal Study*. Cambridge University Press.

- Smith, P. J., Need, A. C., Cirulli, E. T., Chiba-Falek, O., Attix, D. K. (2013). A comparison of the Cambridge Automated Neuropsychological Test Battery (CANTAB) with “traditional” neuropsychological testing instruments. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *35*(3), 319–328. <https://doi.org/10.1080/13803395.2013.771618>
- Sozzi, M., Algeri, L., Corsano, M., Crivelli, D., Daga, M. A., Fumagalli, F., Gemignani, P., Granieri, M. C., Inzaghi, M. G., Pala, F., Turati, S., Balconi, M. (2020). Neuropsychology in the Times of COVID-19. The Role of the Psychologist in Taking Charge of Patients With Alterations of Cognitive Functions. *Frontiers in Neurology*, *11*, artykuł 573207. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.573207>
- Sumpter, R., Camsey, E., Meldrum, S., Alford, M., Campbell, I., Bois, C., O’Connell, S., Flood, J. (2023). Remote neuropsychological assessment: Acceptability and feasibility of direct-to-home teleneuropsychology methodology during the COVID-19 pandemic. *The Clinical Neuropsychologist*, *37*(2), 432–47. <https://doi.org/10.1080/13854046.2022.2056922>
- Takakura, Y., Otsuki, M., Takagi, R., Houkin, K. (2023). A validation study for wide-range remote assessment of cognitive functions in the healthy older Japanese population: a pilot randomised crossover trial. *BMC Geriatrics*, *23*, artykuł 575. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-04275-5>
- Tomasoni, D., Bai, F., Castoldi, R., Barbanotti, D., Falcinella, C., Mulè, G., Mondatore, D., Tavelli, A., Vegni, E., Marchetti, G., d’Arminio Monforte, A. (2021). Anxiety and depression symptoms after virological clearance of COVID-19: A cross-sectional study in Milan, Italy. *Journal of Medical Virology*, *93*(2), 1175–1179. <https://doi.org/10.1002/jmv.26459>
- Webb, S. S., Kontou, E., Demeyere, N. (2022). The COVID-19 pandemic altered the modality, but not the frequency, of formal cognitive assessment. *Disability and Rehabilitation*, *44*(21), 6365–6373. <https://doi.org/10.1080/09638288.2021.1963855>
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale-III (WAIS-III) manual*. The Psychological Corporation.
- Whiteside, D. M., Oleynick, V., Holker, E., Waldron, E. J., Porter, J., Kasprzak, M. (2021). Neurocognitive deficits in severe COVID-19 infection: Case series and proposed model. *The Clinical Neuropsychologist*, *35*(4), 799–818. <https://doi.org/10.1080/13854046.2021.1874056>
- WHO (World Health Organization). (2023). *Clinical management of COVID-19: living guideline*. Reference number: WHO/2019-nCoV/clinical/2023.2. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-clinical-2023.2>
- WHO (World Health Organization) Data. WHO COVID-19 dashboard. <https://data.who.int/dashboards/covid19/cases?n=c>
- Woo, M. S., Malsy, J., Pöttgen, J., Seddiq Zai, S., Ufer, F., Hadjilaou, A., Schmiedel, S., Addo, M. M., Gerloff, C., Heesen, C., Schulze Zur Wiesch, J., Friese, M. A. (2020). Frequent neurocognitive deficits after recovery from mild COVID-19. *Brain Communications*, *2*(2), artykuł fcaa205. <https://doi.org/10.1093/braincomms/fcaa205>
- Yong, S. J. (2021). Persistent Brainstem Dysfunction in Long-COVID: A Hypothesis. *ACS Chemical Neuroscience*, *12*(4), 573–580. <https://doi.org/10.1021/acscemneuro.0c00793>

Zhao, S., Martin, E. M., Reuken, P. A., Scholcz, A., Ganse-Dumrath, A., Srowig, A., Utech, I., Kozik, V., Radscheidt, M., Brodoehl, S., Stallmach, A., Schwab, M., Fraser, E., Finke, K., Husain, M. (2024). Long COVID is associated with severe cognitive slowing: a multicentre cross-sectional study. *eClinicalMedicine*, 68, artykuł 102434. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2024.102434>