

Cognitive reserve as a factor determining the level of cognitive functions in adults: a preliminary report

Rezerwa poznawcza jako czynnik determinujący poziom funkcji poznawczych u osób dorosłych – doniesienie wstępne

Department of Clinical Psychology and Neuropsychology, Institute of Psychology, Maria Curie-Skłodowska University, Lublin, Poland

Correspondence: Ewa Małgorzata Szepietowska, Department of Clinical Psychology and Neuropsychology, Institute of Psychology, Maria Curie-Skłodowska University, pl. Litewski 5, 20-080 Lublin, Poland, e-mail: ewa.szepietowska@poczta.umcs.lublin.pl

Zakład Psychologii Klinicznej i Neuropsychologii, Instytut Psychologii UMCS, Lublin, Polska

Adres do korespondencji: Ewa Małgorzata Szepietowska, Zakład Psychologii Klinicznej i Neuropsychologii UMCS, pl. Litewski 5, 20-080 Lublin, e-mail: ewa.szepietowska@poczta.umcs.lublin.pl

Abstract

Introduction: Cognitive resources (cognitive reserve) are defined as the knowledge and skills acquired in the course of life which may delay the cognitive decline associated with age and defer, modify or retard the development of dementia. Cognitive reserve is the effect of education, physical and social activity and multiple other factors, both modifiable and non-modifiable. A more substantial cognitive reserve can play a protective role for executive processes and memory in the late stages of adulthood. **Aim of the study:** The aim of the study was to a) establish whether cognitive reserve determines the level of cognitive abilities in adults and b) determine the relationships between cognitive reserve, severity of depression and cognitive abilities. **Material and methods:** The study included 120 adult individuals. The Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (WAIS-R) subtests (Forward Digit Span, Backward Digit Span, Vocabulary), verbal fluency tests and the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) were used to evaluate the subjects' cognitive function. The level of cognitive reserve, severity of depression (Beck Depression Inventory-II, BDI-II) and health status (the presence of disease or lack thereof) were adopted as the determinants of cognitive ability. The result of a questionnaire concerning, among other aspects, the level of activity in different areas of life was treated as a cognitive reserve indicator. **Conclusions:** A higher level of cognitive reserve understood as a higher level of education, being professionally, physically and socially active, pursuing a hobby and having a sense of support, is conducive to better semantic memory, language abilities and general cognitive competence in adults. In addition, a more substantial cognitive reserve, lower severity of depression and the lack of vascular morbidity are conducive to better scores on cognitive tasks. Integrated action including cognitive reserve support, cardiovascular disease and mood management in adults/the elderly can have a protective effect on cognitive competence in late adulthood.

Keywords: cognitive reserve/cognitive resources, cognitive competence, depression, vascular morbidity

Streszczenie

Wstęp: Zasoby poznawcze (rezerwa poznawcza) są definiowane jako wiedza i umiejętności zdobyte w trakcie życia, które mogą opóźnić powiązany z wiekiem spadek funkcji poznawczych, odraczać, zmieniać czy spowalniać rozwój procesu otępiennego. Rezerwa jest efektem edukacji, aktywności fizycznej, społecznej i wielu innych czynników: modyfikowalnych i niemodyfikowalnych. Jej wyższy poziom może pełnić funkcję protekcyjną dla procesów wykonawczych i pamięci w okresie późnej dorosłości. **Cel:** Celem zrealizowanych badań było stwierdzenie, czy a) rezerwa poznawcza jest determinantem poziomu zdolności poznawczych u osób dorosłych oraz b) jakie są związki pomiędzy rezerwą poznawczą, nasileniem depresji a zdolnościami poznawczymi. **Materiał i metody:** W badaniach uczestniczyło 120 osób dorosłych. W ocenie funkcji poznawczych wykorzystano podtesty Skali Inteligencji D. Wechslera dla Dorosłych, wersji zrewidowanej (Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised, WAIS-R) (Cyfry wprost, Cyfry wspak, Słownik), fluencję słowną oraz Montrealską Skalę Oceny Funkcji Poznawczych (Montreal Cognitive Assessment, MoCA). Za determinanty sprawności poznawczej przyjęto poziom rezerwy poznawczej, nasilenie depresji (Kwestionariusz Depresji BDI-II Aarona T. Becka – Beck Depression Inventory-II, BDI-II) oraz stan zdrowia (obecność/brak obciążeń chorobowych). Wskaźnikiem rezerwy poznawczej był wynik uzyskany w ankiecie dotyczącej m.in. stopnia aktywności w różnych obszarach życia. **Wnioski:** Wyższy poziom rezerwy poznawczej, rozumiany jako wyższy poziom wykształcenia, bycie aktywnym zawodowo, fizycznie, społecznie, realizowanie hobby i poczucie wsparcia, sprzyja większej sprawności pamięci semantycznej, zdolnościom językowym czy ogólnej kompetencji

poznawczej dorosłych. Ponadto wyższy poziom rezerwy poznawczej, mniejsze nasilenie depresji i brak obciążeń naczyniowych sprzyjają uzyskiwaniu wyższych wyników w zadaniach poznawczych. Integracja oddziaływań polegających na wzmacnianiu rezerwy poznawczej, kontroli chorób sercowo-naczyniowych i kontroli nastroju u dorosłych osób/seniorów może pełnić funkcję ochronną dla kompetencji poznawczych w późnej dorosłości.

Słowa kluczowe: rezerwa poznawcza/zasoby poznawcze, kompetencje poznawcze, depresja, obciążenia naczyniowe

INTRODUCTION

The focus on cognitive reserve (CR)/cognitive resources is associated with the phenomenon of *double ageing* of societies: population numbers have been decreasing, including those of young people, while the proportion of elderly people, including individuals aged 80 years or more, has been increasing (Markiewicz and Skawina, 2015; Puto et al., 2014). The risk of somatic diseases and dementia rises with age. The predictions in this respect are disturbing for Poland as well, which is a challenge for the welfare and healthcare systems (Szcudlik, 2016). Supporting the resources of adults is a potential method for the prevention of cognitive deficits, including those typical for physiological ageing and those which tend to exacerbate and are the sign of pathological ageing.

The concept of CR is associated with the phenomenon of brain plasticity and resilience, i.e. the ability to adapt, recover and become resistant to negative factors. CR allows an individual to cope despite brain lesions associated with central nervous system (CNS) disorders or ageing (Stern, 2002). Cognitive reserve accounts for situations in which, contrary to expectations, cognitive function disturbances are mild or even absent (Blessed et al., 1968; Katzman et al., 1988; Scarmeas and Stern, 2003). Clinical practice confirms that despite some similarities, such as, for example, the presence of biological ageing, elderly individuals present a continuum of cognitive competence: from fully preserved abilities to significant deterioration (Stern, 2012; Teuber, 2008). For this reason, the concept of CR is widely used in the analysis of psychosocial functioning of adults and the elderly (Opdebeeck et al., 2016; Singh-Manoux et al., 2011). CR accounts for the trajectory of functioning and a higher level of CR may ensure good cognitive ability and even delay the development of deficits and dementia. The concept of CR is also included in studies on patients with a CNS pathology, e.g. of vascular origin (Dufouil et al., 2003), patients with multiple sclerosis (Chillemi et al., 2015), Parkinson's disease (Hindle et al., 2014), Huntington's disease (Soloveva et al., 2018), a history of head trauma (Mathias and Wheaton, 2015).

When explaining the mechanisms of CR, the so-called brain reserve (BR), i.e. volumetric/structural features of the CNS (e.g. synaptic density, brain size) as well as functional features of the CNS (features of neural networks) are taken into account (Stern, 2009, 2003, 2002). It is due to them that despite passing a certain threshold of brain pathology, cognitive difficulties may be well-masked/compensated for.

WSTĘP

Zwrócenie uwagi na rezerwę/zasoby poznawcze (*cognitive reserve*, CR) osób dorosłych ma związek ze zjawiskiem *podwójnego* starzenia się społeczeństw – spada liczba ludności, w tym osób młodych, wzrasta natomiast odsetek seniorów, a wśród nich – osób w wieku 80 i więcej lat (Markiewicz i Skawina, 2015; Puto et al., 2014). Wraz z wiekiem rośnie ryzyko obciążeń somatycznych i schorzeń otępiennych i prognozy dotyczące tego aspektu także w Polsce są niepokojące, stanowiąc wyzwanie dla systemu opieki społecznej i medycznej (Szcudlik, 2016). Jednym ze sposobów profilaktyki deficytów poznawczych, zarówno tych, które są typowe dla fizjologicznego procesu starzenia się, jak i tych, które, narastając, stanowią przejaw starzenia się patologicznego, może być wzmacnianie zasobów osób dorosłych.

Koncepcja CR nawiązuje do zjawiska plastyczności mózgu oraz rezyliencji, czyli zdolności do adaptacji, odzyskiwania sił, uodparniania się na negatywne czynniki. CR to zasoby poznawcze, które pozwalają radzić sobie pomimo zmian mózgowych w przebiegu schorzeń ośrodkowego układu nerwowego (OUN) lub pojawiających się w procesie starzenia się (Stern, 2002). Wyjaśnia sytuacje, gdy wbrew oczekiwaniom zakłócenia funkcji poznawczych są słabo nasilone czy wręcz nieobecne (Blessed et al., 1968; Katzman et al., 1988; Scarmeas i Stern, 2003). Praktyka kliniczna potwierdza, że pomimo zbliżonych cech, np. starzenia się biologicznego, seniorzy prezentują poziom kompetencji poznawczych na kontinuum: od w pełni zachowanych do znacznej deterioracji (Stern, 2012; Teuber, 2008). Z tego powodu koncepcja CR ma szerokie zastosowanie w analizach funkcjonowania psychospołecznego osób dorosłych i w wieku senioralnym (Opdebeeck et al., 2016; Singh-Manoux et al., 2011), wyjaśniając jego trajektorię i wskazując, że wyższy poziom CR może determinować dobrą sprawność poznawczą, a nawet odraczać rozwój deficytów i procesu otępiennego. Uwzględniana jest również w badaniach pacjentów z patologią OUN, np. naczyniową (Dufouil et al., 2003), ze stwardnieniem rozsianym (Chillemi et al., 2015), z chorobą Parkinsona (Hindle et al., 2014), Huntingtona (Soloveva et al., 2018) czy po urazach głowy (Mathias i Wheaton, 2015).

W wyjaśnieniu mechanizmów CR pod uwagę brana jest tzw. rezerwa mózgowa (*brain reserve*, BR), tj. wolumetryczne/strukturalne cechy OUN (np. gęstość synaps, wielkość mózgu) oraz funkcjonalne cechy OUN (cechy sieci neuronowych) (Stern, 2009, 2003, 2002). To one powodują, że

Individuals with a more substantial BR probably have neural networks which are more effective (requiring a lower level of activation when performing cognitive tasks), more efficient (able to be still activated despite an increased mental effort), more flexible or with a higher ability to compensate for deficits (to activate additional/alternative networks to perform a task). A higher level of CR makes it possible to create better BR parameters, i.e. selected or specialised functional networks, facilitating more efficient information processing (Marques *et al.*, 2016).

The level of CR is determined by a few areas of our activity and knowledge acquired for the whole life: formal level of education, professional and social activity, leisure activities and their quantitative indicators (e.g. the number of years of work, traineeship, courses etc.) and qualitative indicators, i.e. the frequency of this type of activity and the level of professional accountability (Nucci *et al.*, 2012; Steffener and Stern, 2012; Stern, 2009, 2003; Tucker and Stern, 2011). The CR determinants also include: bi-/multilingualism (Kowoll *et al.*, 2016; Schweizer *et al.*, 2012), a sense of social support and meaningful social relations (Amieva *et al.*, 2010), the pursuit of interests and taking new challenges (Adam *et al.*, 2013; Mella *et al.*, 2017). In contrast, factors which have an adverse effect on CR include low educational level, loneliness/sense of isolation and the lack of cognitive stimulation, lack of physical activity and social support, which contribute to the development of cardiovascular diseases, reduction of immunity and exacerbation of cognitive deficits (DiNapoli *et al.*, 2014; Whalley *et al.*, 2004).

A higher level of CR may delay cognitive decline associated with age, defer dementia or modify/retard its development (Le Carret *et al.*, 2005; Tucker-Drob *et al.*, 2009). The positive effect of CR in adult/ageing individuals involves better attentional performance, psychomotor speed, verbal memory, and, to the largest extent, executive function performance (Frankenmolen *et al.*, 2018; Roldán-Tapia *et al.*, 2012).

Despite such optimistic data, which have become the reason for intensified research on the possibilities to prevent or delay cognitive deficits in adults, the results of different studies are not consistent (León *et al.*, 2014). Serra *et al.* (2015) demonstrated that individuals with mild cognitive impairment (MCI) with a higher CR were not better protected against Alzheimer's disease. However, the results of other studies suggest that starting various forms of activity even in late adulthood may have a protective effect on cognitive abilities (Blondell *et al.*, 2014; Clare *et al.*, 2017). This is due to the fact that middle age is characterised by the accumulation of various types of medical, psychological and social problems which result in the development of cognitive disorders within the next 10–20 years unless CR is actively improved (Ferreira *et al.*, 2017). Another cause of inconsistent data is the difficulty in the operationalisation of CR and the fact that its determinants are interrelated. For example, better education is usually associated with higher awareness of risks and concern for one's health.

Ważnym czynnikiem jest również poziom inteligencji (IQ), który może być powiązany z CR. Osoby z wyższym IQ mogą mieć lepsze sieci neuronowe i być bardziej odporne na zmiany w sieciach. Osoby z wyższą BR cechują się prawdopodobnie bardziej skutecznymi sieciami neuronalnymi (takimi, które wymagają mniejszego poziomu aktywacji przy realizacji zadań poznawczych), sieciami o wyższej wydajności (takimi, które mogą być nadal aktywowane pomimo zwiększonego wysiłku poznawczego), sieciami o większej elastyczności lub też o wyższej zdolności do kompensacji (mowa o aktywacji dodatkowych/alternatywnych sieci do realizacji zadania). Wyższy poziom CR umożliwia tworzenie lepszych parametrów BR, czyli wyselekcjonowanych czy wyspecjalizowanych sieci funkcjonalnych, ułatwiających bardziej wydajne przetwarzanie informacji (Marques *et al.*, 2016).

O poziomie CR decyduje kilka obszarów naszej aktywności i wiedzy, zdobywanej przez całe życie: formalny poziom edukacji, aktywność zawodowa, społeczna, sposób spędzania czasu wolnego – ich wskaźniki ilościowe (np. liczba lat pracy, staży, kursów itp.) i jakościowe, tzn. częstotliwość tego typu aktywności czy poziom odpowiedzialności zawodowej (Nucci *et al.*, 2012; Steffener i Stern, 2012; Stern, 2009, 2003; Tucker i Stern, 2011). Determinantami CR są także: dwu-/wielojęzyczność (Kowoll *et al.*, 2016; Schweizer *et al.*, 2012), poczucie wsparcia społecznego i wartościowych relacji społecznych (Amieva *et al.*, 2010), realizacja zainteresowań i podejmowanie nowych wyzwań (Adam *et al.*, 2013; Mella *et al.*, 2017). Z kolei niesprzyjającymi dla CR czynnikami są: niski poziom edukacji, samotność/poczucie osamotnienia, brak stymulacji poznawczej, aktywności fizycznej, wsparcia społecznego, sprzyjające rozwojowi chorób sercowo-naczyniowych, osłabieniu odporności immunologicznej, narastaniu deficytów poznawczych (DiNapoli *et al.*, 2014; Whalley *et al.*, 2004).

Wyższy poziom CR może opóźnić powiązany z wiekiem spadek funkcji poznawczych, odraczać rozwój procesu otępiennego czy zmieniać/spowalniać rozwój tego procesu (Le Carret *et al.*, 2005; Tucker-Drob *et al.*, 2009). Pozytywny efekt CR u osób dorosłych/starzejących się wyraża się w lepszej sprawności uwagi, szybkości psychomotorycznej, pamięci werbalnej, ale w największym stopniu – sprawności funkcji wykonawczych (Frankenmolen *et al.*, 2018; Roldán-Tapia *et al.*, 2012).

Pomimo tak optymistycznych danych, które stały się powodem intensyfikacji badań nad możliwościami zapobiegania deficytom poznawczym u osób dorosłych lub ich opóźniania, wyniki prac nie są jednoznaczne (León *et al.*, 2014). Serra i wsp. (2015) wykazali, że osoby z łagodnymi zaburzeniami poznawczymi (*mild cognitive impairment*, MCI) o wyższym CR nie były lepiej chronione przed rozwojem choroby Alzheimera. Z kolei rezultaty innych badań sugerują, że podjęcie różnych form aktywności nawet w okresie późnej dorosłości może pełnić funkcję protekcyjną dla funkcji poznawczych (Blondell *et al.*, 2014; Clare *et al.*, 2017). Wiek średni cechuje się bowiem kumulacją różnego typu obciążeń chorobowych, psychologicznych,

Lower educational level, in contrast, is (usually) associated with an unhealthy lifestyle and higher incidence of cardiovascular diseases, which is conducive to the development of cognitive disorders. Professional career full of responsibility results in stress and the lack of appropriate rest, which also work against building cognitive resources. In addition, certain CR determinants are genetically determined and non-modifiable [gender, biological age and brain pathology markers, e.g. apolipoprotein (APOEε4)]. Despite that, a higher level of CR, even in genetically determined neurodegenerative disorders (e.g. frontotemporal dementia), defers/masks the development of clinical symptoms (Premi et al., 2017). Due to the relationships between modifiable and non-modifiable variables, various types of reserve need to be taken into account when assessing CR: BR (volumetric data, particularly those indicating brain atrophy), health status data (history of and current CNS conditions, the use of harmful stimulants) (Clare et al., 2017), demographic factors (ethnic origin, educational level, migration) (Mondini et al., 2014; Reed et al., 2010).

MATERIAL AND METHODS

Local research ethics committee approval was obtained. The aim of the study was to a) establish whether CR determines the level of cognitive abilities in adults and b) determine the relationships between CR, severity of depression and cognitive abilities.

The study included adult individuals aged minimum 40 years who expressed their written consent to take part in the study and whose health and cognitive status allowed them to do so. The study excluded individuals with diagnosed neurodegenerative and psychiatric conditions, addictions, chronic somatic diseases and those in need of care from others. These data were obtained from medical records of the candidates, from their loved ones and the candidates themselves. Based on the above criteria 120 individuals aged from 44 to 84 years ($M = 57.42$, $SD = 10.48$), including 75 women (62.5%) and 45 men (37.5%) were included in the final analysis. The majority of the subjects ($n = 88$; 73.3%) do not use nicotine and alcohol or do so sporadically and 26.7% ($n = 32$) use them frequently, however, no subjects had received any treatment for this. Forty-eight individuals (40%) have never been treated for any neurological disease (including that of vascular origin), the remaining ones ($n = 72$; 60%) require treatment for arterial hypertension. Over half of the participants completed secondary education ($n = 64$; 53.3%), a slightly smaller number higher education ($n = 42$; 35%) and the remaining ones primary education ($n = 14$; 11.7%). On average, the group spent nearly 14 years in education (range: 4–27; $M = 13.7$, $SD = 4.26$). The participants live in rural areas ($n = 46$; 38.3%), small towns ($n = 37$; 30.8%) and provincial capitals ($n = 37$; 30.8%). Nearly half of the subjects are white-collar workers ($n = 53$; 44.2%) and there are smaller

społecznych, skutkujących w ciągu kolejnych 10–20 lat – przy braku starań o polepszenie CR – rozwojem zaburzeń poznawczych (Ferreira et al., 2017). Inną przyczyną niejednoznacznych danych jest trudność w operacjonalizacji CR i fakt, że determinanty rezerwy są wzajemnie powiązane. Przykładowo lepsze wykształcenie zwykle idzie w parze z większą świadomością zagrożeń i dbałością o zdrowie, z kolei niższy poziom wykształcenia powiązany jest (zwykle) z niezdrowym stylem życia i większą zapadalnością na choroby sercowo-naczyniowe, sprzyjającymi w ten sposób rozwojowi zaburzeń poznawczych. Praca zawodowa, pełna odpowiedzialności, skutkuje stresem i brakiem należytego odpoczynku, które również stanowią przeszkody w budowaniu zasobów poznawczych. Ponadto niektóre determinanty CR są uwarunkowane genetycznie i nie podlegają modyfikacji (płeć, wiek biologiczny oraz markery patologii mózgowej, np. apolipoproteina – APOEε4). Mimo tego wyższy poziom CR, nawet w sytuacji genetycznie uwarunkowanych schorzeń otępiennych (np. otępieniu czołowo-skroniowym), odracza/maskuje rozwój objawów klinicznych (Premi et al., 2017). Relacje pomiędzy modyfikowalnymi i niemodyfikowalnymi zmiennymi powodują, że w ocenie CR należy brać pod uwagę różnorodne typy rezerwy: BR (dane wolumetryczne, w tym szczególnie te wskazujące na atrofię mózgu), dane dotyczące stanu zdrowia (przebyte i aktualne choroby OUN, używki) (Clare et al., 2017), czynniki demograficzne (pochodzenie etniczne, poziom wykształcenia, migracja) (Mondini et al., 2014; Reed et al., 2010).

MATERIAŁ I METODA

Uzyskano zgodę lokalnej Komisji Etyki Badań. Celem zrealizowanych badań było stwierdzenie, czy a) CR jest determinantem poziomu zdolności poznawczych u osób dorosłych, oraz b) jakie są związki pomiędzy CR, nasileniem depresji a zdolnościami poznawczymi.

Do badań włączono osoby dorosłe w wieku co najmniej 40 lat, które wyraziły pisemną zgodę na udział w badaniach oraz których stan zdrowia i funkcji poznawczych umożliwił uczestniczenie w procedurze, natomiast wyłączono osoby z rozpoznaniem schorzeń otępiennych, psychiatrycznych, uzależnień, przewlekłych chorób somatycznych, wymagających opieki ze strony innych. Dane te pozyskano z historii chorób, od bliskich i samych uczestników. Po uwzględnieniu powyższych kryteriów w ostatecznej analizie uwzględniono dane 120 osób od 44. do 84. roku życia ($M = 57.42$, $SD = 10.48$), w tym 75 kobiet (62,5%) i 45 mężczyzn (37,5%). Większość ($n = 88$; 73,3%) nie używa nikotyny i alkoholu lub używa ich sporadycznie, 26,7% ($n = 32$) – często, jednak badane osoby nie były leczone z tego powodu. Czterdzieści osiem osób (40%) nie leczyło się i nie leczy z powodu schorzeń neurologicznych (w tym naczyniowych), pozostali ($n = 72$; 60%) wymagają leczenia w związku z nadciśnieniem tętniczym. Ponad połowa uczestników osiągnęła wykształcenie średnie ($n = 64$; 53,3%),

groups of disabled and old age pensioners ($n = 38$; 31.7%), blue-collar workers ($n = 25$; 20.8%) and the unemployed ($n = 4$; 3.3%). In general, the unemployed and individuals who are professionally inactive as disabled or old-age pensioners account for 35% of the study population ($n = 42$), while 65% of participants ($n = 78$) are professionally active. The vast majority of subjects are married ($n = 106$; 88.3%), 10 are widowed (8.3%), and 4 are divorced (3.3%). For all of the participants Polish is their native language, although the majority did learn foreign languages in the course of their education. This variable was not controlled for in this study. The following methods have been used:

- A questionnaire regarding demographical data, medical problems, physical and social activity and other data. Due to the lack of Polish methods the questionnaire was developed based on areas of activity included in the Cognitive Reserve Index questionnaire (CRIq) (Nucci et al., 2012) and in the cited literature, among other aspects.
- Cognitive functions were assessed using the Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (WAIS-R) subtests (Vocabulary, Forward Digit Span and Backward Digit Span) (Brzeziński et al., 2004), 5 types of verbal fluency tasks (*animals, verbs, words beginning with the sound 'K', 2 emotional fluency tasks: Joy and Fear*) for which the total score was calculated and the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) (Nasreddine et al., 2005). The last of these tools is used for cognitive screening, the level of Vocabulary performance indicates the quality of semantic memory and the level of verbal fluency additionally indicates how well executive functions work (Szepietowska and Gawda, 2011). The Forward Digit Span subtest is used to determine the performance of direct memory (verbal memory), while Backward Digit Span is used for working memory evaluation.

Variables <i>Zmienne</i>	<i>M (SD)</i>	Min. – max. <i>Min. – maks.</i>
Forward Digit Span <i>Cyfry wprost</i>	6.09 (1.92)	1–10
Backward Digit Span <i>Cyfry wspak</i>	5.41 (2.03)	2–12
Vocabulary <i>Słownik</i>	42 (15.29)	5–68
Verbal fluency (5 sentences) <i>Fluencja słowna (5 zdań)</i>	76.82 (24.96)	29–146
MoCA	26.06 (3.54)	11–30
BDI-II	11.05 (8.07)	0–33
CR	21.41 (4.77)	11–32

Tab. 1. Results (N = 120)

Tab. 1. Charakterystyka wyników (N = 120)

niewiele mniejsza liczba – wyższe ($n = 42$; 35%), pozostali – podstawowe ($n = 14$; 11,7%). Przeciętnie grupę cechuje blisko 14 lat edukacji (zakres 4–27; $M = 13,7$, $SD = 4,26$). Uczestnicy mieszkają na terenie wsi ($n = 46$; 38,3%), małych miast ($n = 37$; 30,8%) i miast wojewódzkich ($n = 37$; 30,8%). Blisko połowa pracuje umysłowo ($n = 53$; 44,2%), mniej liczebna jest grupa osób przebywających na rencie lub emeryturze ($n = 38$; 31,7%), pracujących fizycznie ($n = 25$; 20,8%) i bezrobotnych ($n = 4$; 3,3%). Ogólnie 35% ($n = 42$) to osoby bezrobotne lub nieaktywne zawodowo z powodu renty lub emerytury, zaś 65% ($n = 78$) pracuje. Znacząca większość pozostaje w związku małżeńskim ($n = 106$; 88,3%), 10 osób owdowiało (8,3%), a 4 to osoby rozwiedzione (3,3%). Dla wszystkich uczestników język polski jest językiem ojczystym, chociaż większość w trakcie edukacji uczyła się innych języków. Zmienna ta nie była w tych badaniach kontrolowana.

Wykorzystano następujące metody:

- Ankiety dotyczącą danych demograficznych, obciążeń chorobowych, aktywności fizycznej i społecznej oraz innych. Ze względu na brak polskich metod w opracowaniu ankiety wykorzystano m.in. obszary aktywności uwzględnione w Cognitive Reserve Index questionnaire (CRIq) (Nucci et al., 2012) oraz w cytowanym piśmiennictwie.
- Do oceny funkcji poznawczych: podtesty Skali Inteligencji D. Wechslera dla Dorosłych, wersji zrewidowanej (Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised, WAIS-R) (Słownik, Cyfry wprost i Cyfry wspak) (Brzeziński et al., 2004), 5 typów zadań fluencji słownej (*zwierzęta, czasowniki, słowa rozpoczynające się głoską 'K', 2 zadania fluencji emocjonalnej – Radość i Strach*), dla których obliczono wskaźnik sumaryczny, oraz Montrealską Skalę Oceny Funkcji Poznawczych (Montreal Cognitive Assessment Scale, MoCA) (Nasreddine et al., 2005). Ostatnie z wymienionych narzędzi służy do przesiewowej oceny funkcji poznawczych, poziom wykonania Słownika wskazuje na sprawność pamięci semantycznej, fluencji słownej – dodatkowo funkcji wykonawczych (Szepietowska i Gawda, 2011). Podtest Cyfry wprost pozwala określić kompetencje pamięci bezpośredniej (werbalnej), zaś Cyfry wspak – pamięci operacyjnej.
- Do oceny natężenia nastroju depresyjnego: Kwestionariusz Depresji BDI-II Aarona T. Becka (Beck Depression Inventory-II). Polska wersja (Zawadzki et al., 2009) cechuje się dobrymi parametrami psychometrycznymi.

Ankieta obejmowała dane dotyczące wieku i innych danych demograficznych, stanu zdrowia (brak/obecność i rodzaj obciążeń somatycznych w przeszłości i aktualnie), poziomu wykształcenia oraz zawierała twierdzenia wymagające samooceny aktualnego poziomu życia, aktywności fizycznej w czasie wolnym w przeszłości/aktualnie (np. sport, spacer), realizacji hobby i aktywności społecznej w przeszłości/aktualnie, poczucia wsparcia od innych osób i bliskich oraz

c) The severity of depressive mood was assessed using: Beck Depression Inventory-II (BDI-II). The Polish version (Zawadzki et al., 2009) is characterised by good psychometric parameters.

The questionnaire covered the subjects' age and other demographical data, health status (lack/presence and type of previous and current somatic problems) and educational level; it also included statements requiring self-rating of the current quality of life, physical activity in leisure time in the past/currently (e.g. sports, walks), pursuit of hobbies and social activities in the past/currently, a sense of support from other people and the loved ones as well as a sense of independence in everyday life. In the self-rating part of the questionnaire the answers were expressed on Likert scales from 0 to 4 points, where a higher result meant better rating of one's activity in a given area. The study participants selected one statement which reflected their situation. Based on the questionnaire data a CR index was developed: a sum of points including the level of education (score range: 1 – primary, 2 – secondary, 3 – tertiary), professional activity (score range: 0 – none, 1 – working) and self-rating of various forms of activity and social relations (score range: 0–28). The score range for the CR level was 1–32 points: the higher the score, the higher the CR level was.

RESULTS

The results of the subjects ($N = 120$) are included in Tab. 1. They illustrate a substantial variance in the results obtained with psychological methods and those concerning CR. The subjects included individuals with no depressive mood, with high cognitive and CR levels as well as those with significantly lower cognitive abilities (e.g. MoCA below 26 points), severe depressive mood (27 points and more; Zawadzki et al., 2009) and a low level of CR.

poczucia samodzielności w życiu codziennym. W części samoopisowej odpowiedzi wyrażono na skalach Likerta – od 0 do 4 punktów, gdzie wyższy wynik oznaczał lepszą ocenę swojej aktywności w danym obszarze. Uczestnicy badań wybierali jedno stwierdzenie, odzwierciedlające ich sytuację. Na bazie danych z ankiety opracowano wskaźnik CR; była to suma punktów obejmująca: poziom wykształcenia (zakres punktów: 1 – podstawowe, 2 – średnie, 3 – wyższe), aktywność zawodową (zakres punktów 0 – brak, 1 – pracujący), samoocenę różnych form aktywności i relacji społecznych (zakres wyników: 0–28). Zakres wyników wskaźników na poziom CR wyniósł 1–32 punktów – wyższy oznaczał wyższy poziom CR.

WYNIKI

Wyniki badanych ($N = 120$) zawarto w tab. 1. Ilustrują one znaczne zróżnicowanie rezultatów uzyskanych metodami psychologicznymi i w zakresie CR. Wśród uczestników znalazły się zarówno osoby, które charakteryzował brak nastroju depresyjnego, wysoki poziom możliwości poznawczych i CR, jak i osoby o znacząco niższych możliwościach poznawczych (np. MoCA poniżej 26 pkt), cechujące się nasilonym nastrojem depresyjnym (27 pkt i więcej; Zawadzki et al., 2009) i niskim CR.

W celu określenia, czy CR jest determinantem możliwości poznawczych osób dorosłych, wykonano szereg analiz regresji metodą CATREG dla danych jakościowych i ilościowych. Za predyktory uznano CR, nasilenie depresji (BDI-II) oraz stan zdrowia (obecność/brak obciążeń naczyniowych). Za zmienne wyjaśniane przyjęto wyniki uzyskane kolejno w podtestach WAIS (Cyfry wprost, Cyfry wstak, Słownik), fluencji słownej (wynik sumaryczny 5 typów zadań) oraz w MoCA. Dane ilustrujące wyniki badanych zawiera tab. 2. W 13% CR, jako pojedyncza zmienna, wyjaśnia sprawność realizacji Cyfr wprost – wyższy poziom zasobów sprzyja większej sprawności werbalnej pamięci

Variables <i>Zmienne</i>	Forward Digit Span <i>Cyfry wprost</i>	Backward Digit Span <i>Cyfry wstak</i>	Vocabulary <i>Słownik</i>	Fluency <i>Fluencja</i>	MoCA
$F(p)$	6.09*** (0.001)	5.72*** (0.001)	11.44*** (0.001)	17.81*** (0.001)	20.99*** (0.001)
Adjusted R^2 <i>Skorygowane R^2</i>	0.13	0.12	0.23	0.33	0.36
CR (β)	0.28*** (0.006)	0.009 ns <i>0,009 ni</i>	0.32*** (0.001)	0.20*** (0.01)	0.19* (0.03)
BDI-II (β)	-0.18 ns <i>-0,18 ni</i>	-0.27*** (0.005)	-0.24* (0.02)	-0.34*** (0.001)	-0.42*** (0.001)
Vascular morbidity (β) <i>Obciążenia naczyniowe (β)</i>	0.02 ns <i>0,02 ni</i>	0.19* (0.03)	0.11* (0.05)	0.26*** (0.002)	0.21*** (0.003)

* $p \leq 0.05$; ** $p \leq 0.01$; *** $p \leq 0.001$. ns – non-significant dependence.

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$. ni – zależność nieistotna.

Tab. 2. CATREG regression analysis ($N = 120$): determinants of scores on cognitive tasks

Tab. 2. Analiza regresji CATREG ($N = 120$): determinanty wyników w zadaniach poznawczych

Variables <i>Zmienne</i>	Forward Digit Span <i>Cyfry wprost</i>	Backward Digit Span <i>Cyfry wspak</i>	Vocabulary <i>Słownik</i>	Fluency <i>Fluencja</i>	MoCA	BDI-II
CR	0.35*** (0.001)	0.18* (0.02)	0.44*** (0.001)	0.37*** (0.001)	0.41*** (0.001)	-0.44*** (0.001)
BDI-II	-0.31*** (0.001)	-0.36*** (0.001)	-0.44*** (0.001)	-0.46*** (0.001)	-0.54*** (0.001)	-

* $p \leq 0.05$; *** $p \leq 0.001$.

Tab. 3. Correlations (r -Pearson): CR, scores on cognitive tasks, severity of depression (N = 120)

Tab. 3. Korelacje (r -Pearsona): CR, wyniki zadań poznawczych, nasilenie depresji (N = 120)

In order to determine whether CR is a determinant of cognitive abilities in adults, a number of regression analyses using the CATREG method for qualitative and quantitative data have been conducted. CR, severity of depression (BDI-II) and health status (presence/lack of vascular morbidity) were assumed as predictors. The results obtained on WAIS subtests (Forward Digit Span, Backward Digit Span, Vocabulary), verbal fluency (a total score from 5 types of tasks) and on MoCA were assumed as dependent variables. The data illustrating the results of the subjects are included in Tab. 2. In 13% of cases, CR, as a single variable, accounts for the performance on the Forward Digit Span task: a higher level of resources is conducive to better direct verbal memory. In interaction with other variables CR accounts for between 23% and 36% of semantic memory quality (Vocabulary), semantic memory and executive functions performance (verbal fluency) as well as the general cognitive level (MoCA). In these cases, CR, lower severity of depression and the lack of vascular morbidity are conducive to better scores. CR does not determine the performance on the Backward Digit Span task.

In order to analyse the interrelations between CR, severity of depression and cognitive abilities r -Pearson correlations were calculated (Tab. 3). The results showed that a higher CR is associated with higher scores on cognitive tests/tasks and lower severity of depressive mood. An elevated depressive mood lowers the scores on cognitive tasks. A higher CR index is also associated with a lower level of depressive mood. The coefficient values indicate a moderate to strong relationship between the variables.

DISCUSSION

The results obtained in the study are consistent with the majority of reports showing that CR is an important determinant of the level of cognitive function in adults (León et al., 2014; Scarmeas and Stern, 2003). A higher level of CR understood as a combined result of variables such as a higher level of education, being professionally, physically and socially active, pursuing a hobby and having a sense of support, is conducive to better semantic memory, language abilities and general cognitive competence. Apart from CR, the lack of mood disorders and good cardiovascular fitness support this positive effect. The positive relationship between CR and cognitive performance mentioned above

bezpośredniej. W interakcji z innymi zmiennymi CR wyjaśnia od 23% do 36% kompetencji w zakresie pamięci semantycznej (Słownik), pamięci semantycznej i funkcji wykonawczych (fluencja słowna) i ogólny poziom możliwości poznawczych (MoCA). W tych przypadkach CR, mniejsze nasilenie depresji i brak obciążeń naczyniowych sprzyjają uzyskiwaniu wyższych wyników. CR nie determinuje wykonania zadania Cyfry wspak.

W celu analizy wzajemnych powiązań między CR, nasileniem depresji a możliwościami poznawczymi obliczono korelacje r -Pearsona (tab. 3). Wyniki wykazały, że wyższy poziom CR jest powiązany z wyższymi wynikami w testach/zadaniach poznawczych oraz niższym nasileniem nastroju depresyjnego. Podwyższony nastrój depresyjny obniża rezultaty w zadaniach poznawczych. Wyższy wskaźnik CR jest również powiązany z niższym nasileniem nastroju depresyjnego. Wartości współczynników wskazują na umiarkowany – silny związek między zmiennymi.

OMÓWIENIE

Uzyskane w badaniach dane są zgodne z większością doniesień wskazujących, że CR jest istotnym determinantem poziomu funkcji poznawczych u osób dorosłych (León et al., 2014; Scarmeas i Stern, 2003). Wyższy poziom CR rozumiany jako sumaryczny wynik zmiennych, tj. wyższy poziom wykształcenia, bycie aktywnym zawodowo, fizycznie, społecznie, realizowanie hobby i poczucie wsparcia, sprzyja większej sprawności pamięci semantycznej, zdolnościom językowym czy ogólnej kompetencji poznawczej. Poza CR brak zaburzeń nastroju i dobra wydolność układu sercowo-naczyniowego wzmacniają ten pozytywny efekt. Wspomniany pozytywny związek między CR a funkcjonowaniem poznawczym dotyczy przede wszystkim pamięci semantycznej, pamięci bezpośredniej oraz funkcji wykonawczych – tymi czynnikami są nasycone wykorzystane tu miary zdolności poznawczych. Podobne wyniki uzyskano w cytowanych wcześniej badaniach. W kontekście różnych modeli relacji CR – BR – funkcje poznawcze aktualne dane potwierdzają, że CR sprzyja głównie funkcjom wykonawczym (Satz et al., 2011). Pozytywny wpływ CR polega, prawdopodobnie, na efektywnym wykorzystaniu sieci czołowo-podkorowej, niewymagającym zaangażowania dodatkowych sieci; Steffener i Stern (2012) stwierdzili, że rozległa

is found primarily for semantic memory, direct memory and executive function quality: the cognitive function measures applied in this study are based on these factors. Similar results have been obtained in the studies cited above. With relevance to different models of CR – BR – cognitive function relationships, the current data confirm that CR is mainly conducive to executive functions (Satz et al., 2011). The positive effect of CR probably consists in an effective use of the frontal-subcortical network which does not require the participation of additional networks; Steffener and Stern (2012) concluded that extensive activation of the brain, particularly the frontal regions, which occurs to a larger extent in the elderly than in young individuals during the completion of cognitive tasks, treated to date as a compensatory mechanism, does not translate into better results.

The present author's own research also shows that CR in combination with other factors determines cognitive performance. There is little research directly analysing the relationships between depression, CR and cognitive function; however, it does indicate a high level of complexity in cause-and-effect relationships. The results of correlation analyses have also demonstrated this effect. Depression has a negative effect on cognitive abilities and, together with vascular morbidity, it is a risk factor for the development of dementia; however, depression may also be an early symptom of already existing cognitive disorders (Butters et al., 2008). A high level of CR has a protective effect against depression, reducing its severity and thus keeping cognitive abilities at a stable level (Lee et al., 2018). Depression can also be the reason for negative rating of one's own situation and some aspects of CR. Arterial hypertension, present in 60% of the present study participants, results in BR dysfunction associated with perfusion abnormalities or frontal, temporal and parietal lobe white matter atrophy, among other factors (Novak and Hajjar, 2010), and, consequently, cognitive ability and mood deterioration (Jodzio, 2008). Giordano et al. (2012) and Alipour and Goldust (2016), who assumed health status to be a CR component, demonstrated a lower level of resources (by 6–8%) in individuals with hypertension compared to individuals with normal blood pressure; however, the patients' cognitive abilities depended on the level of manageability of hypertension, i.e. the values of systolic and diastolic pressure. Since arterial hypertension may be controlled with medication, it is considered a modifiable aspect of CR. In summary, the quoted data indicate that complex cause-and-effect relationships between the condition of the cardiovascular system, mood and psychosocial activity need to be taken into account in the analysis/improvement of CR as a determinant of cognitive functioning in adults.

Considering the possibility of applying the results in clinical practice, it is worth noting that the level of CR is the effect of health status and activity pursued throughout many years of life. Can resources be built in older age? The results of research show that it is possible (Barczak, 2014). The following activities are found to have a positive effect: various

aktywacja mózgu, a szczególnie okolic czołowych, występująca u seniorów w większym stopniu niż u młodszych osób podczas wykonywania zadań poznawczych, traktowana dotychczas jako zjawisko kompensacyjne, nie przekładała się na lepsze wyniki.

Z badań własnych wynika również, że CR łącznie z innymi czynnikami determinuje sprawność poznawczą. Niewiele jest badań bezpośrednio analizujących związku między depresją, CR a funkcjonowaniem poznawczym, niemniej wskazują one na złożoność powiązań przyczynowo-skutkowych. Efekt ten wykazały także wyniki analiz korelacyjnych. Depresja negatywnie wpływa na zdolności poznawcze, stanowiąc, wspólnie z obciążeniem naczyniowym, czynnik ryzyka rozwoju otępienia, niemniej może ona być również wczesnym objawem istniejących zaburzeń poznawczych (Butters *et al.*, 2008). Wysoki poziom CR pełni funkcję protekcyjną w rozwoju depresji, łagodząc jej nasilenie i utrzymując wskutek tego zdolności poznawcze na stabilnym poziomie (Lee *et al.*, 2018). Depresja może być też przyczyną negatywnej oceny własnej sytuacji i niektórych aspektów CR. Nadciśnienie tętnicze, obecne u 60% uczestników omówionych badań, skutkuje dysfunkcją BR wskutek m.in. zaburzeń perfuzji czy atrofii istoty białej płatów czołowych, skroniowych i ciemieniowych (Novak i Hajjar, 2010), a w efekcie – obniżeniem możliwości poznawczych i nastroju (Jodzio, 2008). Giordano i wsp. (2012) oraz Alipour i Goldust (2016), zaliczając stan zdrowia do składowych CR, wykazali niższy poziom zasobów (o 6–8%) u osób z nadciśnieniem tętniczym w porównaniu z osobami z prawidłowym ciśnieniem, jednak możliwości poznawcze pacjentów zależały od stopnia kontrolowalności nadciśnienia, tj. wartości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego. Ponieważ nadciśnienie tętnicze może być kontrolowane farmakologicznie, jest uznawane za modyfikowalny aspekt CR. Podsumowując, przytoczone dane wskazują, że w analizie/usprawnianiu CR jako determinantu funkcjonowania poznawczego u dorosłych osób należy uwzględnić złożone związki przyczynowo-skutkowe stanu układu sercowo-naczyniowego, nastroju i aktywności psychospołecznej.

Biorąc pod uwagę możliwość wykorzystania rezultatów w praktyce klinicznej, warto zauważyć, że poziom CR jest efektem stanu zdrowia i aktywności podejmowanej na przestrzeni wielu lat życia. Czy można budować zasoby w późnym wieku? Rezultaty badań wskazują, że istnieją takie możliwości (Barczak, 2014). Zauważa się pozytywny efekt: różnych form stymulacji poznawczej w postaci edukacji czy treningów poznawczych nawet po 50. roku życia (Thow *et al.*, 2017), zapobiegania rozwojowi chorób naczyniowych, zapobiegania wycofywaniu się z aktywności społecznej (James *et al.*, 2011) oraz leczenia depresji u osób dorosłych (Middleton i Yaffe, 2009). Kwestia efektywności stymulacji funkcji poznawczej stanowi przedmiot odrębnych, intensywnych analiz.

Przeprowadzone badania mają kilka ograniczeń, są nimi m.in. niewielka liczba uczestników oraz brak pomiaru podłużnego.

forms of cognitive stimulation such as education and cognitive training even after 50 years of age (Thow et al., 2017), prevention of vascular diseases, prevention of social withdrawal (James et al., 2011) and treatment of depression in adults (Middleton and Yaffe, 2009). The question of the effectiveness of cognitive stimulation is the subject of separate, intensive analyses.

The present study has a number of limitations, which include, among other aspects, a small number of subjects and the lack of longitudinal observation. Despite the fact that the role of CR in shaping cognitive abilities has been demonstrated, it is difficult to predict whether a higher level of CR will have a positive effect on the subjects' performance in the future. It is also worth developing CR indicators and methods of assessment with a special focus on health status (including the possibility of disease management) and other variables that are emphasised by Nucci et al. (2012), for example, the level of professional accountability, spending one's leisure time on long travels etc. The idea of defining CR (Pinto and Tandel, 2016) and supporting it by implementing preventative, long-term and multidisciplinary programmes is still being discussed (Satz et al., 2011).

CONCLUSIONS

1. A higher level of cognitive reserve, indicated by a higher level of education, being professionally, physically and socially active, pursuing a hobby and having a sense of support, is conducive to better semantic memory, language abilities and general cognitive competence in adults.
2. A more substantial cognitive reserve combined with lower severity of depressive mood and the lack of vascular morbidity is conducive to better scores on cognitive tasks.
3. Integrated action including cognitive reserve support, cardiovascular disease and mood management in adults/the elderly can have a protective effect on cognitive competence in late adulthood.

Conflict of interest

The author does not report any financial or personal affiliations to persons or organisations that could negatively affect the content of or claim to have rights to this publication.

References / Piśmiennictwo

- Adam S, Bonsang E, Grotz C et al.: Occupational activity and cognitive reserve: implications in terms of prevention of cognitive aging and Alzheimer's disease. *Clin Interv Aging* 2013; 8: 377–390.
- Alipour H, Goldust M: The association between blood pressure components and cognitive functions and cognitive reserve. *Clin Exp Hypertens* 2016; 38: 95–99.
- Amieva H, Stoykova R, Matharan F et al.: What aspects of social network are protective for dementia? Not the quantity but the quality of social interactions is protective up to 15 years later. *Psychosom Med* 2010; 72: 905–911.

Pomimo wykazania roli CR w kształtowaniu możliwości poznawczych trudno wnioskować o tym, czy wyższy poziom CR będzie sprzyjał kondycji badanych w kolejnych latach. Warto także opracować wskaźniki i metody oceny CR ze szczególnym uwzględnieniem stanu zdrowia (w tym możliwości kontroli chorób) i innych zmiennych, na które zwracają uwagę Nucci i wsp. (2012), np. poziomu odpowiedzialności zawodowej, sposobu spędzania czasu wolnego w postaci dłuższych wyjazdów itp. Idea definiowania CR (Pinto i Tandel, 2016) oraz ich wzmacniania poprzez wdrożenie profilaktycznych, długofalowych i interdyscyplinarnych programów jest nadal dyskutowana (Satz et al., 2011).

WNIOSKI

1. Wyższy poziom CR, którego wskaźnikiem jest wyższy poziom wykształcenia, bycie aktywnym zawodowo, fizycznie, społecznie, realizowanie hobby i poczucie wsparcia, sprzyja większej sprawności pamięci semantycznej, zdolnościom językowym czy ogólnej kompetencji poznawczej u dorosłych.
2. Wyższy poziom CR łącznie z mniejszym nasileniem nastroju depresyjnego i brakiem obciążeń naczyniowych sprzyja uzyskiwaniu wyższych wyników w zadaniach poznawczych.
3. Integracja oddziaływań polegających na wzmacnianiu rezerwy poznawczej, kontroli chorób sercowo-naczyniowych i kontroli nastroju u dorosłych osób/seniorów może pełnić funkcję ochronną dla kompetencji poznawczych w późnej dorosłości.

Konflikt interesów

Autorka nie zgłasza żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

- Barczak A: Wykształcenie, aktywność umysłowa i socjalna jako czynniki protekcyjne otępienia. *Aktualn Neurol* 2014; 14: 161–166.
- Blessed G, Tomlinson BE, Roth M: The association between quantitative measures of dementia and of senile change in the cerebral grey matter of elderly subjects. *Br J Psychiatry* 1968; 114: 797–811.
- Blondell SJ, Hammersley-Mather R, Veerman JL: Does physical activity prevent cognitive decline and dementia?: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *BMC Public Health* 2014; 14: 510.
- Brzeziński J, Gaul M, Hornowska E et al.: Skala Inteligencji D. Wechslera dla Dorosłych. Wersja zrewidowana – renormalizacja WAIS-R (PL). Pracownia Testów Psychologicznych Polskiego Towarzystwa Psychologicznego, Warszawa 2004.
- Butters MA, Young JB, Lopez O et al.: Pathways linking late-life depression to persistent cognitive impairment and dementia. *Dialogues Clin Neurosci* 2008; 10: 345–357.
- Chillemi G, Scalera C, Terranova C et al.: Cognitive processes and cognitive reserve in multiple sclerosis. *Arch Ital Biol* 2015; 153: 19–24.
- Clare L, Wu YT, Teale JC et al.: Potentially modifiable lifestyle factors, cognitive reserve, and cognitive function in later life: a cross-sectional study. *PLoS Med* 2017; 14: e1002259.
- DiNapoli EA, Wu B, Scogin F: Social isolation and cognitive function in Appalachian older adults. *Res Aging* 2014; 36: 161–179.
- Dufouil C, Alperovitch A, Tzourio C: Influence of education on the relationship between white matter lesions and cognition. *Neurology* 2003; 60: 831–836.

- Ferreira D, Machado A, Molina Y et al.: Cognitive variability during middle-age: possible association with neurodegeneration and cognitive reserve. *Front Aging Neurosci* 2017; 9: 188.
- Frankenmolen NL, Fasotti L, Kessels RPC et al.: The influence of cognitive reserve and age on the use of memory strategies. *Exp Aging Res* 2018; 44: 117–134.
- Giordano N, Tikhonoff V, Palatini P et al.: Cognitive functions and cognitive reserve in relation to blood pressure components in a population-based cohort aged 53 to 94 years. *Int J Hypertens* 2012; 2012: 274851.
- Hindle JV, Martyr A, Clare L: Cognitive reserve in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Parkinsonism Relat Disord* 2014; 20: 1–7.
- James BD, Wilson RS, Barnes LL et al.: Late-life social activity and cognitive decline in old age. *J Int Neuropsychol Soc* 2011; 17: 998–1005.
- Jodzio K: Problemy neuropsychologiczne w praktyce kardiologicznej i kardiologicznej. In: Jodzio K, Nyka WM (eds.): *Neuropsychologia medyczna. Wybrane zagadnienia*. Wydawnictwo Arche, Sopot 2008: 90–109.
- Katzman R, Terry R, DeTeresa R et al.: Clinical, pathological, and neurochemical changes in dementia: a subgroup with preserved mental status and numerous neocortical plaques. *Ann Neurol* 1988; 23: 138–144.
- Kowoll ME, Degen C, Gorenc L et al.: Bilingualism as a contributor to cognitive reserve? Evidence from cerebral glucose metabolism in mild cognitive impairment and Alzheimer's disease. *Front Psychiatry* 2016; 7: 62.
- Le Carret N, Auriaucombe S, Letenneur L et al.: Influence of education on the pattern of cognitive deterioration in AD patients: the cognitive reserve hypothesis. *Brain Cogn* 2005; 57: 120–126.
- Lee J, Park H, Chey J: Education as a protective factor moderating the effect of depression on memory impairment in elderly women. *Psychiatry Investig* 2018; 15: 70–77.
- León I, García-García J, Roldán-Tapia L: Estimating cognitive reserve in healthy adults using the Cognitive Reserve Scale. *PLoS One* 2014; 9: e102632.
- Markiewicz E, Skawina I: Polityczna orientacja państw w zakresie społeczeństw starzejących się. *Gerontol Pol* 2015; 1: 34–40.
- Marques P, Moreira P, Magalhães R et al.: The functional connectome of cognitive reserve. *Hum Brain Mapp* 2016; 37: 3310–3322.
- Mathias JL, Wheaton P: Contribution of brain or biological reserve and cognitive or neural reserve to outcome after TBI: a meta-analysis (prior to 2015). *Neurosci Biobehav Rev* 2015; 55: 573–593.
- Mella N, Grob E, Döll S et al.: Leisure activities and change in cognitive stability: a multivariate approach. *Brain Sci* 2017; 7: E27.
- Middleton LE, Yaffe K: Promising strategies for the prevention of dementia. *Arch Neurol* 2009; 66: 1210–1215.
- Mondini S, Guarino R, Jarema G et al.: Cognitive reserve in a cross-cultural population: the case of Italian emigrants in Montreal. *Aging Clin Exp Res* 2014; 26: 655–659.
- Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V et al.: The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53: 695–699.
- Novak V, Hajjar I: The relationship between blood pressure and cognitive function. *Nat Rev Cardiol* 2010; 7: 686–698.
- Nucci M, Mapelli D, Mondini S: Cognitive Reserve Index questionnaire (CRIQ): a new instrument for measuring cognitive reserve. *Aging Clin Exp Res* 2012; 24: 218–226.
- Opdebeeck C, Martyr A, Clare L: Cognitive reserve and cognitive function in healthy older people: a meta-analysis. *Neuropsychol Dev Cogn B Aging Neuropsychol Cogn* 2016; 23: 40–60.
- Pinto C, Tandel KY: Cognitive reserve: concept, determinants, and promotion. *J Geriatr Ment Health* 2016; 3: 44–51.
- Premi E, Grassi M, van Swieten J et al.; Genetic FTD Initiative (GENFI): Cognitive reserve and *TMEM106B* genotype modulate brain damage in presymptomatic frontotemporal dementia: a GENFI study. *Brain* 2017; 140: 1784–1791.
- Puto G, Repka I, Ścisło L: Demographic factors in Polish society members aged 80 years and over with regard to the European Union countries – current situation and prospects. *Probl Hig Epidemiol* 2014; 95: 518–521.
- Reed BR, Mungas D, Farias ST et al.: Measuring cognitive reserve based on the decomposition of episodic memory variance. *Brain* 2010; 133: 2196–2209.
- Roldán-Tapia L, García J, Cánovas R et al.: Cognitive Reserve, age, and their relation to attentional and executive functions. *Appl Neuropsychol Adult* 2012; 19: 2–8.
- Satz P, Cole MA, Hardy DJ et al.: Brain and cognitive reserve: mediator(s) and construct validity, a critique. *J Clin Exp Neuropsychol* 2011; 33: 121–130.
- Scarmeas N, Stern Y: Cognitive reserve and lifestyle. *J Clin Exp Neuropsychol* 2003; 25: 625–633.
- Schweizer TA, Ware J, Fischer CE et al.: Bilingualism as a contributor to cognitive reserve: evidence from brain atrophy in Alzheimer's disease. *Cortex* 2012; 48: 991–996.
- Serra L, Musicco M, Cercignani M et al.: Cognitive reserve and the risk for Alzheimer's disease: a longitudinal study. *Neurobiol Aging* 2015; 36: 592–600.
- Singh-Manoux A, Marmot MG, Glymour M et al.: Does cognitive reserve shape cognitive decline? *Ann Neurol* 2011; 70: 296–304.
- Soloveva MV, Jamadar SD, Poudel G et al.: A critical review of brain and cognitive reserve in Huntington's disease. *Neurosci Biobehav Rev* 2018; 88: 155–169.
- Steffener J, Stern Y: Exploring the neural basis of cognitive reserve in aging. *Biochim Biophys Acta* 2012; 1822: 467–473.
- Stern Y: Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. *Lancet Neurol* 2012; 11: 1006–1012.
- Stern Y: Cognitive reserve. *Neuropsychologia* 2009; 47: 2015–2028.
- Stern Y: The concept of Cognitive Reserve: a catalyst for research. *J Clin Exp Neuropsychol* 2003; 25: 589–593.
- Stern Y: What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *J Int Neuropsychol Soc* 2002; 8: 448–460.
- Szczudlik A (ed.): *Sytuacja osób chorych na chorobę Alzheimera w Polsce. Raport RPO. Biuro Rzecznika Praw Obywatelskich, Warszawa 2016.*
- Szepietowska EM, Gawda B: *Ścieżkami fluencji słownej*. Wydawnictwo UMCS, Lublin 2011.
- Teuber HL: Recovery of function after brain injury in man. In: Porter R, Fitzsimons DW (eds.): *Ciba Foundation Symposium 34 – Outcome of Severe Damage to the Central Nervous System*. Elsevier, Amsterdam 2008: 159–190.
- Thow ME, Summers MJ, Saunders NL et al.: Further education improves cognitive reserve and triggers improvement in selective cognitive functions in older adults: the Tasmanian Healthy Brain Project. *Alzheimers Dement (Amst)* 2017; 10: 22–30.
- Tucker AM, Stern Y: Cognitive reserve in aging. *Curr Alzheimer Res* 2011; 8: 354–360.
- Tucker-Drob EM, Johnson KE, Jones RN: The cognitive reserve hypothesis: a longitudinal examination of age-associated declines in reasoning and processing speed. *Dev Psychol* 2009; 45: 431–446.
- Whalley LJ, Deary IP, Appleton CL et al.: Cognitive reserve and the neurobiology of cognitive aging. *Ageing Res Rev* 2004; 3: 369–382.
- Zawadzki B, Popiel A, Pragłowska E: Charakterystyka psychometryczna polskiej adaptacji Kwestionariusza Depresji BDI-II Aarona T. Becka. *Psychol Etol Genet* 2009; 19: 71–95.