

Raport z projektu:

Badanie wpływu treningu pamięci roboczej na poznawcze i emocjonalne funkcjonowanie osób uzależnionych od hazardu

Projekt współfinansowany ze środków Funduszu Rozwiązywania Problemów Hazardowych pozostającego w dyspozycji Ministra Zdrowia, w ramach umowy zawartej między Ministrem Zdrowia reprezentowanym przez Dyrektora Krajowego Biura ds. Przeciwdziałania Narkomanii, a Uniwersytetem Jagiellońskim, obowiązującej na okres 03.01.2017 – 30.06.2019.

Wprowadzenie

Według raportu opublikowanego przez CBOS (2015): “symptomy zagrożenia uzależnieniem od hazardu występują u 5,3% ogółu Polaków w wieku 15+, a 0,7% osób w tej grupie wiekowej zdradza pewne symptomy problemu z hazardem. Wśród grających w gry na pieniądze realny problem z hazardem może mieć 2,2% graczy.” Oznacza to, że obecnie w Polsce może być prawie 45 tys. osób uzależnionych od hazardu. Co ważne, liczba ta wzrosła w porównaniu do roku 2011, kiedy odsetek osób zagrożonych uzależnieniem od hazardu wynosił 2% graczy (CBOS, 2011). Tendencję wzrostową obserwuje też Narodowy Fundusz Zdrowia (2013), według którego liczba pacjentów z rozpoznaniem uzależnienia od hazardu oraz korzystających z tego tytułu ze świadczeń NFZ wzrosła z 2677 w 2010 r. do 3141 w 2013 r. Uzależnienie od hazardu jest zatem poważnym i narastającym problemem w polskim społeczeństwie.

Prowadzone od wielu lat badania wskazują, że osoby uzależnione od hazardu posiadają deficyty w zakresie wyższych funkcji poznawczych, przejawiające się m.in. impulsywnym sposobem podejmowania decyzji, większą dewaluacją odroczonej nagrody, a także zaburzonym uczeniem się przez pozytywne wzmocnienie (Bechara i Martin, 2004; Fellows i Farah, 2005; Manes i in., 2002). Ponadto, hazardziści charakteryzują się specyficznymi deficytami w planowaniu i podejmowaniu decyzji (Brevers, Cleeremans, Goudriaan, i in., 2012; Kraplin i in., 2014; Ledgerwood i in., 2012). Cechuje ich także perseweratywność w stosowaniu nieskutecznych strategii rozwiązywania problemów (Ledgerwood i in., 2012). Jak wynika z badań przeprowadzonych na populacji polskiej, hazardziści są mało wytrwali i mało konsekwentni w dążeniu do założonego celu, mają hedonistyczne nastawienie do życia i obniżoną odporność na stres, cechują się impulsywnością i dążeniem do natychmiastowej

gratyfikacji (Lelonek-Kuleta, 2008; Ogińska-Bulik, 2010). Profil poznawczych i emocjonalnych deficytów osób uzależnionych od hazardu jest podobny do profilu osób uzależnionych od substancji psychoaktywnych (Kraplin i in., 2014; Yan i in., 2014; Zois i in., 2014). Deficyty pamięci roboczej, nadmierną dewaluację odroczonej nagrody oraz dysfunkcje w zakresie wyższych funkcji poznawczych wykazano u osób uzależnionych od takich substancji psychoaktywnych, takich jak alkohol (Beatty, Katzung, Moreland, i Nixon, 1995) kokaina (Berry i in., 1993), metaamfetamina (Bickel, Christensen, i Marsch, 2011; McKetin i Mattick, 1998) oraz opioidy (Ersche, Clark, London, Robbins, i Sahakian, 2006).

Na podstawie badań wykorzystujących zadanie *Iowa Gambling Task* (IGT) wykazano, że hazardziści, w porównaniu do osób zdrowych, mają trudności z podejmowaniem decyzji obarczonych ryzykiem. IGT jest symulacją gry hazardowej, w której osoba badana ma do wyboru cztery zestawy kart. Dwa z nich są bezpieczne, co oznacza, że ich wybór nie powoduje dużych strat, ale nie daje też możliwości szybkiego wzbogacenia się. Dwa pozostałe określane są jako ryzykowne, czyli ich wybieranie wiąże się potencjalnie z dużymi stratami, ale również z większym zyskiem. Wynik testu IGT to różnica wyborów pomiędzy ryzykownym zestawem a bezpiecznym. Uporczywy wybór ryzykownych zestawów powoduje uzyskanie ujemnego bilansu, a uzyskanie wyniku poniżej zera oceniane jest jako negatywne (Bechara, Damasio, Damasio, i Anderson, 1994). Większość badań nad patologicznym hazardem pokazuje, że hazardziści uzyskują istotnie niższe wyniki w teście IGT niż osoby zdrowe (zob. Wiehler i Peters, 2015). Ponadto, hazardziści, w przeciwieństwie do osób zdrowych, wraz z upływem czasu nie zmieniają stylu gry na mniej ryzykowny. Wskazuje to na deficyty w zakresie oceny ryzyka oraz tendencję do podejmowania nieracjonalnych decyzji. Dzięki badaniom wykorzystującym techniki neuroobrazowania wiadomo, że u patologicznych graczy występują

zaburzenia w funkcjonowaniu brzuszno-przyśrodkowej części kory przedczołowej (*dorsomedial prefrontal cortex*, dmPFC). Jest to rejon zaangażowany w uczenie się przez pozytywne wzmocnienia (Verdejo-Garcia i in., 2015).

Różnice między hazardzistami a osobami zdrowymi widoczne są także w zakresie wartościowania odległych nagród, czego powszechnie stosowaną miarą jest zadanie *delay discounting* (DD). Polega ono na wybieraniu jednej z dwóch alternatywnych nagród pieniężnych. Badanym proponowane jest otrzymanie za pewien okres czasu wysokiego wynagrodzenia. Jednocześnie proponowane jest otrzymanie mniejszej nagrody, na którą nie trzeba czekać. Wartość mniejszej nagrody, za którą można „odsprzedać” nagrodę odroczoną, rośnie wraz z odrzucaniem kolejnych propozycji. Hazardzistów cechuje preferencja natychmiastowych i małowartościowych nagród, nad nagrody odroczone, ale wysokowartościowe (Albein-Urios, Martinez-González, Lozano, i Verdejo-Garcia, 2014). Innymi słowy, hazardziści w dużym stopniu dewaluuja subiektywną wartość odroczonej nagrody. W podobny sposób postępują osoby o nie w pełni rozwiniętej przedczołowej korze mózgowej, np. młodzież (Olson, Hooper, Collins, i Luciana, 2007). Jest to zjawisko charakterystyczne także dla osób o niskiej sprawności pamięci roboczej (Harrison i in., 2013; Hofmann, Gschwendner, Frieze, Wiers, i Schmitt, 2008). Dewaluacja odroczonej nagrody jest ponadto negatywnie skorelowana z poziomem inteligencji, sprawnością funkcji wykonawczych, wykonaniem zadania IGT i uwzględnianiem przyszłych konsekwencji obecnych zachowań (Basile i Toplak, 2015; Olson i in., 2007).

Oprócz dysfunkcyjnego sposobu podejmowania decyzji związanych z ryzykiem, jakie obserwuje się na podstawie wykonania zadań IGT i DD, hazardziści borykają się także z problemami natury emocjonalnej. Mają oni problem z wyhamowaniem impulsywnych reakcji,

co zaobserwowano na podstawie wykonania zadań typu go/no-go (Brevers, Cleeremans, Verbruggen, i in., 2012). Dodatkowo, zaobserwowano swoisty „paradoks pamięci” (Nigro i Cosenza, 2016). Polega on na tym, że hazardziści lepiej pamiętają momenty wygranej, niż momenty przegranej. Jednocześnie wykazano, że straty odczuwane są przez nich dotkliwiej, niż wygrane (Brevers, Koritzky, Bechara, i Noël, 2014; Lorains i in., 2014). Uważa się, że jest to przyczyna, dla której hazardziści wpadają w błędne koło grania nałogowego (Nigro i Cosenza, 2016). Każda strata jest dla nich na tyle bolesna, że odczuwają przymus odegrania się. Z kolei każda wygrana jest na tyle wzmacniająca, że stanowi pokusę do dalszego grania.

Wspólnym mianownikiem tłumaczącym deficyty w zakresie opisanych wyżej trudności w funkcjonowaniu poznawczym oraz emocjonalnym może być funkcja pamięci roboczej (por. Noël, Brevers, i Bechara, 2013). Jest ona definiowana jako mechanizm poznawczy odpowiedzialny za krótkotrwałe przechowywanie i manipulowanie ograniczoną ilością informacji (Unsworth, Redick, Heitz, Broadway, i Engle, 2009). Uważana jest za podstawowy mechanizm warunkujący prawidłowy przebieg wyższych procesów poznawczych. Jako taka odgrywa kluczową rolę w prawidłowym funkcjonowaniu w codziennym życiu, m.in. w rozwiązywaniu problemów i podejmowaniu decyzji (Shah i Miyake, 1999; Unsworth i in., 2009). Jej prawidłowe funkcjonowanie jest ważne dla właściwego wyobrażania sobie samoregulujących celów, pozwala mieć na uwadze dalekodystansowy cel działania oraz zapobiega zakłócaniu go przez interferencję zewnętrzną lub wewnętrzną (np. chwilowe pragnienia i pokusy) (Bickel, Yi, Landes, Hill, i Baxter, 2011). Pamięć robocza jest także odpowiedzialna za hamowanie impulsywnych, narzucających się reakcji (Gozzi, Cherubini, Papagno, i Bricolo, 2011). Sprawność pamięci roboczej wydaje się zatem warunkować poziom samoregulacji i kontroli emocjonalnej (Hofmann i in., 2012).

Zastanawiające w tym kontekście jest to, że niektóre badania wskazują, że hazardziści nie odbiegają od normy w sprawności wykonania testów mierzących słuchową i przestrzenną pamięć roboczą (Brevers, Cleeremans, Goudriaan, i in., 2012; Hinson, Jameson, i Whitney, 2002; Ledgerwood i in., 2012; Manning, Teoh, Guo, Wong, i Li, 2013; Turnbull, Evans, Bunce, Carzolio, i Oiapos;Connor, 2005; Yan i in., 2014). Jednakże wykazano, że zadania typu IGT wymagają wysokiej sprawności pamięci roboczej. W sytuacji obciążenia pamięci roboczej oraz w przypadku deficytów pamięci roboczej podejmowanie decyzji jest istotnie upośledzone (Bechara i Damasio, 2005; Gozzi i in., 2011). Ponadto, istnieje korelacja pomiędzy sprawnością pamięci roboczej a wartościowaniem odroczonej nagrody (Harrison i in., 2013; Shamosh i in., 2008). Wykonywanie zadania DD w stanie zmęczenia pamięci roboczej skutkuje zwiększeniem dewaluacji odroczonej nagrody i większą preferencją natychmiastowych, mniejszych wygranych (Aranovich, McClure, Fryer, i Mathalon, 2016). Neuronalnym korelatem tego zjawiska jest zmniejszenie aktywacji obszaru brzuszno-lateralnej części kory przedczołowej (*dorso-lateral prefrontal cortex*, dlPFC) (Aranovich i in., 2016). Jakkolwiek, osoby o wysokiej sprawności pamięci roboczej w mniejszym stopniu dewaluują odroczone nagrody nawet w sytuacji obciążenia pamięci roboczej (Aranovich i in., 2016). Ta swoista „odporność” jest też odzwierciedlona poprzez mniejszą dezaktywację dlPFC w trakcie wykonywania zadania DD w stanie zmęczenia pamięci roboczej (Aranovich i in., 2016).

Zależność tą potwierdzają także wyniki badań nad funkcjonowaniem pacjentów z uszkodzonym obszarem dlPFC. Otóż uzyskują oni gorsze wyniki w zadaniach mierzących racjonalność podejmowanych decyzji (Fellows i Farah, 2005; Manes i in., 2002). Inne badania z użyciem funkcjonalnego rezonansu magnetycznego (fMRI) pokazują, że w wykonywanie zadań związanych z podejmowaniem decyzji zaangażowane są zarówno brzuszno-lateralne, jak

i brzuszno-przysrodkowe obszary kory przedczołowej (Li, Lu, D'Argembeau, Ng, i Bechara, 2010). Co ważne, rejony kory przedczołowej uznaje się za neuronalny korelat pamięci roboczej (Noël i in., 2013). Wyniki przytoczonych badań są zatem w większości spójne w kwestii tego, że podejmowanie decyzji jest uzależnione od sprawności pamięci roboczej.

Dezaktywacja kory przedczołowej oraz związane z tym nieracjonalne podejmowanie decyzji może być wywołane nie tylko przez zmęczenie i wysokie obciążenie poznawcze, ale także przez stres i nadmierne pobudzenie emocjonalne (Yun i in., 2010; Arnsten i in., 2012; Frieze i in., 2013). Ponadto, brzuszno-lateralna część kory przedczołowej związana jest również z funkcjami kontrolnymi pamięci roboczej, a dokładniej z kontrolą poznawczą rozumianą jako heteronomiczny zbiór mechanizmów leżących u podłoża zdolności osoby do konfiguracji behawioralnych dyspozycji ze względu na posiadanie nadrzędnego celu lub według posiadanych instrukcji wykonania zadania, utrzymania celów działania w obliczu sytuacji dystrakcyjnych, oraz tłumienia reakcji nawykowych lub impulsywnych (Banich, 2009; Braver, 2012; Chiew, Braver, 2011; Miller, Cohen, 2001). Przy czym może być ona modyfikowana przez pobudzenie emocjonalne (zob. Dreisbach, Goschke, 2004; Dreisbach, 2006; Wouwe, Band, Ridderinkhof, 2010; Liu, Wang, 2014). Są podstawy, aby twierdzić, że osoby uzależnione od hazardu wykonują zadanie IGT w stanie wyższego pobudzenia emocjonalnego, niż osoby zdrowe. Mechanizm uzależnienia opiera się bowiem na kojarzeniu gier z przyjemnością. Dodatkowo, w trakcie grania pojawia się konflikt emocjonalny typu dążenie-unikanie (Nigro i Cosenza, 2016). Z jednej strony gracze dążą do wygranej, która kojarzy im się z przyjemnością/pozytywnymi emocjami. Z drugiej jednak strony obawiają się oni porażki, więc kontynuują grę w nadziei na zminimalizowanie strat poprzez potencjalną wygraną. Ten stan pogoni za wygraną oraz ucieczki przed porażką sprawia, że nałogowi gracze wpadają w

błędne koło hazardu. Subiektywna wysoka wartość pieniądza oraz przyjemność czerpana z faktu grania są zatem źródłem wysokiego pobudzenia emocjonalnego (Nigro i Cosenza, 2016). Z kolei wysokie pobudzenie emocjonalne może zakłócać przebieg procesów poznawczych, w szczególności ograniczyć sprawność pamięci roboczej i kontroli poznawczej. Możliwe więc, że hazardziści nie różnią się od osób zdrowych poziomem funkcjonowania poznawczego w sytuacjach niezwiązanych z hazardem. Dlatego też nie wykazuje się różnic w zakresie wykonania testów pamięci roboczej i funkcji wykonawczych w normalnych warunkach (por. Brevers, Cleeremans, Goudriaan, i in., 2012; Hinson, Jameson, i Whitney, 2002; Ledgerwood i in., 2012; Manning, Teoh, Guo, Wong, i Li, 2013; Turnbull, Evans, Bunce, Carzolio, i Oiapos; Connor, 2005; Yan i in., 2014). Różnice między hazardzistami a osobami zdrowymi są natomiast istotne w przypadku wykonania testu IGT, które odzwierciedla sytuację gry w kasynie (zob. Wiehler i Peters, 2015). Możliwe, że jego wykonanie jest wówczas zakłócone przez silne pobudzenie emocjonalne. W konsekwencji hazardziści mają upośledzone działanie pamięci roboczej, w tym w zakresie funkcji kontrolnych związanych z kontrolą poznawczą, i trudniej jest im nauczyć się, które zestawy kart są niekorzystne. Innymi słowy, hazardziści prawdopodobnie nie cechują się permanentnie obniżoną sprawnością pamięci roboczej oraz kontroli poznawczej, a jedynie ich dysfunkcją w sytuacji gier hazardowych, które wywołują u nich napięcie emocjonalne. Dlatego też zgodnie z kognitywnym modelem uzależnienia (Noël i in., 2013) istotnym jest uwzględnienie kontekstu w jakim wykonywane jest zadanie badające funkcje poznawcze.

Problemy z funkcjonowaniem poznawczym u osób uzależnionych od hazardu można uzasadnić przez odniesienie do teorii dwóch systemów decyzyjnych (Evans, 2008; Kahneman, Slovic, i Tversky, 1974; Noël i in., 2013) oraz do teorii obciążenia poznawczego (*cognitive*

load theory) (Sweller, 1994). System 1 (S1) jest systemem automatycznym, bezrefleksyjnym. Jego rolą jest kierowanie zachowaniem w sytuacjach znanych i dobrze określonych. Z kolei System 2 (S2) jest analityczny i wysiłkowy. Odpowiada za działanie w sytuacjach nowych, wymagających refleksyjnego sposobu podejmowania decyzji i rozwiązywania nietrywialnych problemów. Rolą S1 jest odciążenie S2 od niepotrzebnego przeładowania (np. zajmowania się prostymi zadaniami). Rolą S2 jest przejmowanie kontroli nad automatycznym działaniem S1, kiedy wymagana jest inhibicja reakcji i bardziej refleksyjne działanie. Sprawność S2 zależy od dostępności zasobów pamięci roboczej (Evans, 2008; Noël i in., 2013). W warunkach przeciążenia pamięci roboczej, S2 nie ma zasobów, aby skutecznie hamować S1. Podejmowanie decyzji jest wtedy obciążone błędami heurystycznymi (np. poleganie na przesłankach wiarygodnych, ale nielogicznych) (Kahneman i in., 1974). Przenosząc to na funkcjonowanie poznawcze osób uzależnionych od hazardu, w zadaniu DD może brakować im siły na powstrzymanie się przed pokusą wyboru natychmiastowej gratyfikacji. Z kolei w zadaniu IGT brakuje energii mentalnej na wyhamowanie zwodniczych heurystyk i podjęcie racjonalnej decyzji. Wnioski te można poprzeć, odwołując się do badań, w których wykazano, że obciążenie pamięci roboczej u osób zdrowych powoduje spadek wykonania zadania DD (Aranovich i in., 2016; John M. Hinson, Jameson, i Whitney, 2003). Wyjątek natomiast stanowią osoby o wysokiej sprawności pamięci roboczej, u których wartościowanie odroczonej nagrody nie ulega zmianie nawet w warunkach zmęczenia pamięci roboczej (Aranovich i in., 2016).

Z kolei odnosząc się do teorii obciążenia poznawczego (Sweller, 1994), zmęczenie zasobów pamięci roboczej u osób zdrowych ma podobnie szkodliwy wpływ na racjonalność podejmowanych decyzji, jak pobudzenie emocjonalne towarzyszące grom hazardowym u

nałogowych graczy. Jeżeli większa sprawność pamięci roboczej pozwala na efektywne działanie S2 nawet w warunkach dużego obciążenia poznawczego, to można się spodziewać, że zwiększenie sprawności pamięci roboczej u hazardzistów niejako wzmocni działanie kontrolne S2 na S1, co pozwoli na (1) efektywne hamowanie impulsu do podejmowania nieracjonalnych działań ryzykownych (zadanie IGT) oraz (2) zmianę w zakresie preferencji odroczonej nagród (zadanie DD). Mniej ryzykowne wykonanie zadania IGT jako skutek treningu pamięci roboczej wykazano już w grupie osób z objawami ADHD oraz u osób zdrowych (Mesrobian, 2015). Z kolei poprawę w zakresie wartościowania odroczonej nagrody po treningu pamięci roboczej zaobserwowano u osób uzależnionych od substancji psychoaktywnych (Bickel, Yi, Landes, Hill, i Baxter, 2012; Verbeken, Braet, Goossens, i van der Oord, 2013; Wesley i Bickel, 2014). Skutkiem zwiększenia sprawności pamięci roboczej powinna być też widoczna poprawa w zakresie zdolności do kontroli pobudzenia emocjonalnego. Wykazano bowiem, że treningi pamięci roboczej mogą poprawić zdolność regulacji emocjonalnej (Xiu, Zhou, i Jiang, 2016), a także redukować negatywny nastrój, objawy depresji oraz zmęczenie (Takeuchi i in., 2014). Trening pamięci roboczej jest efektywny u tych osób, które sięgają po używki w sposób impulsywny i mimowolny (Houben, Wiers, i Jansen, 2011). Wyniki te wydają się stanowić mocną podstawę dla realizacji niniejszego projektu.

Hipotezy badawcze

Na podstawie przeglądu literatury zostało sformułowane pytanie badawcze: *czy trening pamięci roboczej wpłynie na poprawę funkcjonowania poznawczego*. Celem niniejszego projektu jest zatem udzielenie odpowiedzi na to pytanie, a będzie to możliwe poprzez weryfikację następujących hipotez:

H1: Trening pamięci roboczej wpłynie na zwiększenie sprawności pamięci roboczej.

Skuteczność treningów poznawczych w zakresie zwiększania sprawności pamięci roboczej została wykazana w wielu badaniach z udziałem osób zdrowych oraz grup klinicznych (zob. Szewczyk, 2016).

H2: Trening pamięci roboczej wpłynie na zwiększenie racjonalności podejmowanych decyzji hazardowych. Większość badań nad patologicznym hazardem pokazuje, że hazardziści, w porównaniu do osób zdrowych, dokonują więcej nieracjonalnych (tj. ryzykownych) wyborów w zadaniu IGT, będącym symulacją gry hazardowej (zob. Wiehler i Peters, 2015). Ponadto hazardziści mają trudności w uczeniu się przez pozytywne wzmocnienia, czego podłożem są dysfunkcje w brzusznoprzyśrodkowej części kory przedczołowej (*dorsomedial prefrontal cortex*, dmPFC) (Verdejo-Garcia i in., 2015). Trening pamięci roboczej okazał się natomiast skuteczną metodą poprawy przebiegu procesów decyzyjnych (wydłużenie okresu abstynencji) u osób uzależnionych od alkoholu (Houben, Wiers, i Jansen, 2011).

H3: Trening pamięci roboczej wpłynie na zmniejszenie dewaluacji odroczonej nagród.

Hazardziści w większym stopniu niż osoby zdrowe dewaluują subiektywną wartość odroczonej nagród (Albein-Urios i in., 2014). Dewaluacja odroczonej nagród jest ponadto negatywnie skorelowana z poziomem inteligencji, poziomem funkcji wykonawczych, zadaniem IGT i myśleniem o przyszłych konsekwencjach obecnych zachowań (Basile i Toplak, 2015; Olson i in., 2007). Z kolei trening pamięci roboczej okazał się skuteczną metodą na zwiększenie wartościowania odległych nagród u osób uzależnionych od substancji psychoaktywnych (Houben i in. 2011).

H4: Trening pamięci roboczej wpłynie na zwiększenie zdolności do kontroli pobudzenia emocjonalnego.

Nadmierne pobudzenie emocjonalne pojawiające się w sytuacji gry hazardowej prawdopodobnie jest przyczyną zaburzonego działania funkcji poznawczych u osób uzależnionych od hazardu (Leeman i Potenza, 2012). Poprzez trening pamięci roboczej możliwe jest zwiększenie kontroli emocjonalnej (Xiu i in., 2016), redukcja negatywnego nastroju, zmniejszenie objawów depresji i zmęczenia (Takeuchi i in., 2014), a także zwiększenie kontroli nad impulsywnym sięganiem po środki psychoaktywne (Houben, Wiers, i Jansen, 2011).

Metoda badań

Osoby badane

Rekrutacja do badań była przeprowadzona w ośrodkach dla osób uzależnionych. W pierwszym etapie badania, czyli w diagnozie przed treningiem, wzięło udział 19 osób (średnia wieku wynosiła 28,67 lat, $SD = 3,5$). Hazardziści uzależnieni byli również od substancji psychoaktywnych. Wszystkie 19 osób rozpoczęło trening, z czego ukończyło go 18 osób. Pełną diagnozę po treningu wykonało 15 osób.

Procedura badania

Badanie składało się z trzech etapów: (1) pre-test, (2) trening pamięci roboczej, (3) post-test. Pre-test i post-test zostały przeprowadzone w formie badań indywidualnych w ośrodkach, w których przebywały osoby uzależnione. Przebieg etapów badania oraz ogólna idea treningów zostały dodatkowo wszystkim osobom badanym przekazane ustnie. Jako że pełne badanie diagnostyczne składało się z 7 zadań trwających łącznie od 3,5 do 4 godzin, uwzględniono dwie obowiązkowe ok. 15 minutowe przerwy. Ponieważ procedury diagnostyczne były długotrwałe, w celu zminimalizowania zmęczenia i znużenia osób badanych oraz zapewnienia ich maksymalnej motywacji, w procedurze badawczej starano się wykorzystywać trafne i rzetelne, ale możliwie krótkie procedury badawcze i kwestionariusze.

Diagnostyka po treningu była zaplanowana w taki sposób, aby osoba badana miała maksymalnie jeden dzień przerwy pomiędzy ostatnią sesją treningową a post-testem. Jeśli osoba badana nie mogła przyjść na post-test bezpośrednio na drugi dzień po wykonaniu 8. sesji

treningowej, była proszona o kontynuowanie treningu aż do dnia poprzedzającego udział w post-teście.

Trening pamięci roboczej

Do treningu pamięci roboczej zostały stworzone trzy zadania. Każda osoba badana musiała wykonać minimum 8 sesji treningowych, a przerwa między treningami nie mogła wynosić więcej niż dwa dni. Oznaczało to, że jeśli dana osoba wykonała trening w poniedziałek, to aby zostać dalej w projekcie badawczym, kolejny trening musiała wykonać najpóźniej do środy do godziny 24:00. Biorąc pod uwagę, że wraz z wydłużeniem treningu może wzrastać prawdopodobieństwo rezygnacji z udziału w badaniach, postanowiono wprowadzić ograniczoną ilość zadań treningowych, aby nie zniechęcać uczestników zbyt wymagającymi i czasochłonnymi procedurami.

Zadania treningowe

1. Zwierzęta i owoce

Zadanie to jako zbliżone do paradygmatu n -wstecz miało służyć trenowaniu funkcji aktualizacji w pamięci roboczej. Zadanie przebiegało w następujący sposób: na środku ekranu pojedynczo i sekwencyjnie pojawiał się ciąg zwierząt i owoców. Zadaniem osoby badanej było zapamiętywanie określonej liczby ostatnich zwierząt lub owoców z prezentowanego ciągu. Długość ciągów była uzależniona od aktualnego poziomu trudności. Zadanie treningowe rozpoczynało się od drugiego poziomu gry, na którym prezentowano ciągi 11- lub 13-elementowe. Należało wówczas zapamiętać dwa ostatnio zaprezentowane bodźce istotne, tzn. tylko zwierzę lub tylko owoc. Wśród 11-elementowego ciągu znajdowało się 7 lub 8 bodźców istotnych oraz 3 lub 4 dystraktory (tzn. bodźce inne niż istotne, np. zwierzęta w przypadku zapamiętywania owoców, i odwrotnie). Ciąg 13-elementowy zawierał 8 lub 9 bodźców

istotnych oraz od 4 do 5 dystraktorów. Długość ciągów i bodźców do zapamiętania zwiększała się wraz z każdym kolejnym poziomem trudności według ścisłego algorytmu (zob. Tabela nr 1.)

Po prezentacji ostatniego elementu ciągu osoba badana miała za zadanie za pomocą myszki wybrać ze zbioru zwierząt lub owoców zapamiętany ciąg z zachowaniem poprawnej kolejności ich wyświetlania. Odpowiedź była uznawana za poprawną tylko pod warunkiem zachowania poprawnej kolejności. O udzieleniu poprawnej odpowiedzi informowała odpowiednio zielona „fajka” lub czerwony krzyżyk wyświetlany tuż po zatwierdzeniu wpisanych przez osobę badaną odpowiedzi. Jeśli osoba badana dwie kolejne próby wykonała prawidłowo, poziom trudności zwiększał się o jeden. W przypadku udzielenia dwóch nieprawidłowych odpowiedzi pod rząd, poziom trudności zmniejszał się o jeden. W kolejnym dniu treningu osoba rozpoczynała zadanie od poziomu o jeden niżej niż ten, na którym zakończyła ostatni trening. Trudność tego zadania polega na tym, że nie można przewidzieć, które bodźce będą tymi ostatnimi w ciągu, ponieważ jego długość jest zmienna. Wymusza więc to ciągłe uaktualnianie pamięci roboczej poprzez zastępowanie „starych” bodźców „nowymi”.

2. *Oprysk lasu*

Zadanie to miało trenować wzrokowo-przestrzenną pamięć roboczą. Zadanie przebiegało w następujący sposób. Na środku ekranu wyświetlano matrycę składającą się z 16 drzew (4 x 4). Wybrane losowo drzewa były pojedynczo i sekwencyjnie wyróżniane. Następnie wyróżnienie znikało. W tym momencie osoba badana miała za zadanie za pomocą kursora wskazać sekwencję bodźców z zachowaniem kolejności jej prezentacji. Odpowiedź była uznawana za poprawną tylko pod warunkiem zachowania poprawnej kolejności. O udzieleniu poprawnej odpowiedzi informowała odpowiednio zielona „fajka” lub czerwony krzyżyk

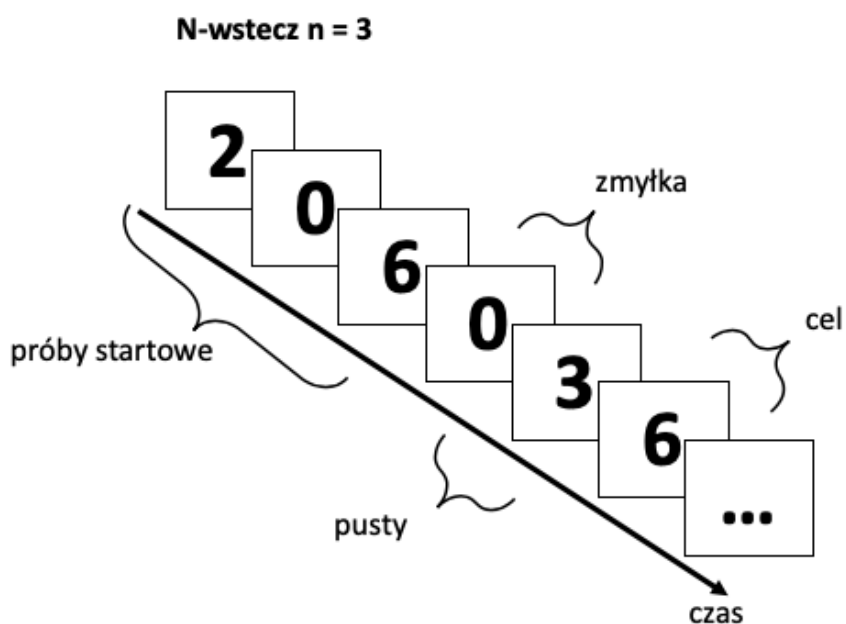
wyświetlany tuż po wskazaniu wybranych drzew. Dwie prawidłowe odpowiedzi zwiększały poziom trudności zadania o jeden (tzn. w kolejnej próbie należało zapamiętać o jedno pole więcej). Udzielenie dwóch nieprawidłowych odpowiedzi zmniejszało poziom o jeden. Najniższym i zarazem startowym poziomem był poziom 2, w którym do zapamiętania były dwa drzewa.

3. Sortowanie

Zadanie to miało na celu trenować centralny system wykonawczy. Zadanie przebiegało w następujący sposób: na ekranie wyświetlano dwie taśmy po których transportowano grudki kamieni. W niektórych z nich znajdowało się złoto. Na dole ekranu po lewej i prawej stronie były widoczne dwa kosze zbierające grudki ze złotem. Aby złapać dobrą grudkę do kosza, trzeba było nacisnąć określony klawisz. Grudki bez złota trzeba było odrzucać (technicznie: nie naciskać klawisza, którym się zbiera grudki do kosza). Dodatkowo trzeba było monitorować liczbę odrzucanych elementów i opróżniać kosze, kiedy zostaną wypełnione do maksimum (przedmiot manipulacji poziomem trudności). Opróżnianie polegało na naciskaniu odpowiedniego klawisza (innego niż ten do łapania grudek ze złotem). Na samym początku kosze były przezroczyste, zatem była możliwość policzenia wrzuconych do nich śmieci. Wraz z rosnącym poziomem trudności pojemność koszy rosła, ale widoczne były tylko elementy na samym wierzchu kosza (np. do 4-5 elementów), a każdy kolejny element wrzucony nie był widoczny, więc trzeba było liczyć w pamięci i pilnować momentu, kiedy należy opróżnić kosz.

Transfer bliski

Do pomiaru sprawności pamięci roboczej za pomocą paradygmatu n -wstecz zaadaptowano zadanie n -wstecz (Redick i Lindsey, 2013). W centralnym punkcie na ekranie monitora prezentowano sekwencję pojedynczych pomarańczowych cyfr na czarnym tle. Zadaniem osoby badanej było wskazanie za pomocą klawisza spacji, kiedy cyfra, która aktualnie jest wyświetlana, jest taka sama, jak cyfra zaprezentowana n cyfr wcześniej. Właściwa aktualna liczba n była podawana przed rozpoczęciem każdego bloku prób. Przebieg tego zadania został przedstawiony na Rysunku nr 1.



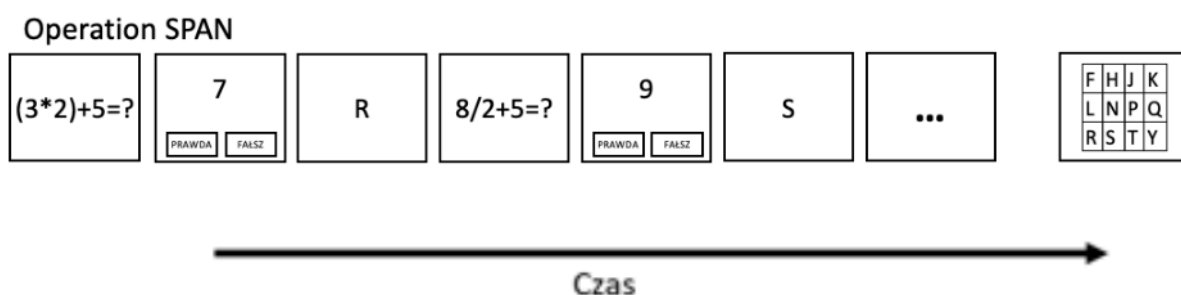
Rysunek nr 1. Przebieg zadania n -wstecz dla $n = 3$.

Próby startowe = pierwsze cyfry rozpoczynające zadanie; zmyłka = cyfra, która była wcześniej prezentowana, ale na pozycji $n = 2$, a nie na pozycji pasującej do aktualnej reguły, czyli $n = 3$; cel = cyfra, która spełnia aktualną regułę $n = 3$, cyfra 2 była prezentowana 3 cyfry wcześniej; pusty = cyfra, która nie jest ani celem, ani zmyłką; osoba badana powinna reagować tylko na cyfrę będącą celem, a pozostałe cyfry ignorować.

Podobnie jak w innych procedurach, tutaj również przeprowadzono treningi przed każdym pomiarem. Na trening składały się bloki, w których wykonywano zadanie 2-wstecz i 3-wstecz. Każdy blok składał się z 6 cyfr celów, 4 cyfr zmyłek, 10 cyfr tzw. pustych (niebędących ani celem, ani zmyłką) oraz z cyfr startowych wymaganych do rozpoczęcia danego bloku (3, gdy $n = 3$ i 2, gdy $n = 2$). Jako miarę poprawy aktualizacji pamięci roboczej wybrano dwa wskaźniki: (1) liczbę poprawnych trafień, tj. liczbę poprawnych detekcji cyfry celu i (2) liczbę fałszywych alarmów, tj. liczbę niepoprawnych reakcji na zmyłki (ang. *lure*).

Do pomiaru sprawności pamięci roboczej za pomocą paradygmatu złożonych zadań pojemnościowych użyto zaadaptowanych wersji: Operation Span Task (O-span), Reading Span Task (R-span) oraz Symmetry Span Task (S-span), które to rzetelnie i trafnie mierzą pojemność pamięci roboczej (Redick i in., 2012; Unsworth, Heitz, Schrock i Engle, 2005; Unsworth i in., 2012).

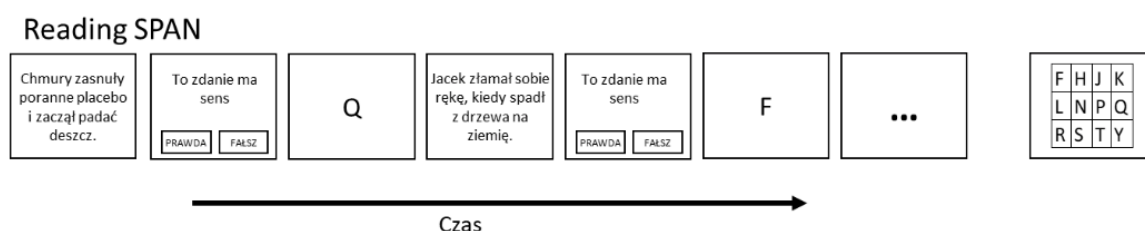
Zadanie O-span (Unsworth i in., 2005) wymagało od osoby badanej zapamiętywania kolejno wyświetlanych liter, pomiędzy którymi należało wykonywać zadanie dystrakcyjne – proste zadanie matematyczne. Schemat tego zadania prezentuje Rysunek nr 11.



Rysunek nr 2. Przedstawienie przebiegu zadania O-span.

Zadanie to składało się z dwóch bloków. Do każdego z nich program komputerowy losował po 5 list zawierających od 3 do 7 liter do zapamiętania. Zadaniem osoby badanej było przypomnienie wszystkich zaprezentowanych znaków. Osoba badana odpowiadała za pomocą myszki, zaznaczając odpowiedzi na matrycy zawierającej zestaw 16 różnych liter. Procedurę zadania przedstawia rysunek nr 2.

Zadanie R-span (Kane i in., 2004) jest zadaniem bardzo podobnym do zadania O-span, jednak w tym zadaniu zamiast rozwiązywania równań matematycznych, zadania dystrakcyjne polegały na ocenie sensowności prezentowanych zdań. Każda osoba badana otrzymywała do oceny zdanie, które mogło być sensowne lub bezsensowne. Zdania bezsensowne konstruowane były poprzez zamianę tylko jednego słowa w sensownym zdaniu, np.: „Wszyscy rodzice chcą, by ich *śmiec*i wyrosły na inteligentnych ludzi”. W zadaniu R-span, tak samo jak w zadaniu O-span, wykorzystano dwa bloki z 5 listami o długości od 3 do 7 liter każdy. Procedurę zadania przedstawia rysunek nr 3.



Rysunek nr 3. Przedstawienie przebiegu zadania R-span.

Zadanie S-span (Foster i in., 2014) wymagało od osoby badanej zapamiętywania kolejnych lokalizacji czerwonego kwadratu na matrycy 4 x 4. W tym zadaniu zastosowano podobnie jak w poprzednich zadanie dystrakcyjne pomiędzy kolejnymi kwadratami do zapamiętania. Osoba badana miała oceniać czy prezentowana figura jest symetryczna w osi

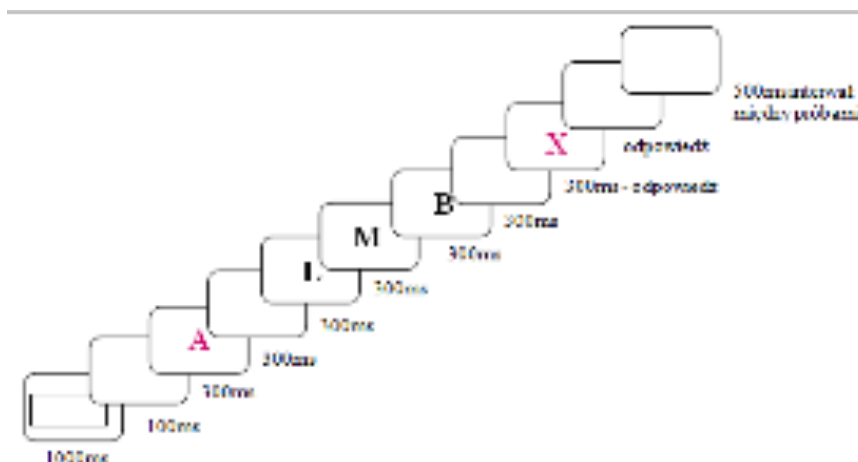
panionowej, czy nie. Na koniec każdego bloku osoby badane miały zaznaczać w odpowiedniej kolejności miejsca, w których pojawiały się czerwone kwadraty na siatce 4 x 4. W pojedynczym bloku należało zapamiętać zmienną liczbę (od 3 do 7) kwadratów. Główna część tego zadania poprzedzona była analogicznym treningiem, jaki opisano dla zadania O-span.

Analogicznie jak w zadaniu O-span, miarami wykonania zadania S-span były dwa wskaźniki: konserwatywny (liczone są tylko te odpowiedzi, gdzie cała seria była odtworzona poprawnie) oraz liberalny (liczone są wszystkie zapamiętane kwadraty, bez względu na poprawną kolejność).

Transfer daleki

Test Ciągłego Wykonania (CPT)

Schemat procedury CPT jest analogiczny do wykorzystanego w badaniach Dreisbach (2006 – Eksperyment 2, zob. rysunek nr 4) oraz Fröber i Dreisbach (2014). Procedura eksperymentalna – podobnie jak poprzednie – była poprzedzona treningiem. W nim osoba badana otrzymywała informację zwrotną na temat poprawności udzielonej odpowiedzi na co nie mogła liczyć we właściwej procedurze. Każda próba w tym zadaniu rozpoczynała się od prezentowania przez 1000 ms zdjęcia afektywnego. Następnie wyświetlano pustą planszę przez 100 ms. Kolejno prezentowana była przez 300 ms litera, która była wskazówką. Potem w zadaniu prezentowano przez 1500 ms bodźce dystrykcyjne. Po tym okresie na ekranie wyświetlany był przez 300 ms bodziec docelowy. Zadaniem osoby badanej było przycisnąć klawisz „Z” w sytuacji, gdy bodźcem docelowym jest X, które było poprzedzane przez wskazówkę A. W każdej innej sytuacji osoba badana miała za zadanie przycisnąć klawisz „M”. Wszystkie bodźce w postaci liter były wyświetlane w kolorze czarnym (por. Dreisbach, 2006; Lamm, Pine, Fox, 2013), poza bodźcem docelowym i wskazówką w zadaniu z dystryktorami, w którym zgodnie z wcześniejszymi badaniami (Dreisbach, 2006; Fröber, i Dreisbach, 2014) były one koloru ciemnoróżowego.



Wartościowanie odległych nagród

22

zmienna była losowana pomiędzy limitem maksymalnym górnym a maksymalnym dolnym. Jeśli osoba badana w danym pytaniu zdecydowała się wybrać kwotę stałą, to wtedy działały 3 zasady:

1. Jeśli zmienna kwota była większa niż minimalny dolny limit, to wtedy był on ustalany według kwoty zmiennej, natomiast maksymalny dolny limit przybierał wartość z poprzedniego dolnego limitu.
2. Jeśli zmienna kwota była mniejsza od minimalnego dolnego limitu, to wtedy maksymalny dolny limit został ustawiony na poziomie kwoty zmiennej, a minimalny dolny limit pozostawał niezmienny.
3. Jeśli zmienna kwota była większa niż minimalny górny limit, to wtedy był on zrównany z bieżącą zmienną kwotą, a maksymalny górny limit został ustawiany na 10 zł.

Jeśli osoba badana w danym pytaniu zdecydowała się wybrać kwotę zmienną, to wtedy działały 3 zasady:

1. Jeśli zmienna kwota była mniejsza niż minimalny górny limit, to wtedy był on ustawiany na równi ze zmienną kwotą, a maksymalny górny limit był ustawiany na równi z poprzednim minimalnym górnym limitem.
2. Jeżeli zmienna kwota była większa niż minimalny górny limit, to maksymalny górny limit został ustawiany na równi ze zmienną kwotą, natomiast minimalny górny limit pozostawał bez zmian.
3. Jeśli zmienna kwota była mniejsza od minimalnego dolnego limitu, to był on ustawiany na równi zmiennej kwocie. Maksymalny dolny limit był natomiast wtedy ustawiany na 0 zł.

Powyższe zasady powodowały, że górne i dolne limity zmieniały swoje wartości w kolejnych pytaniach, ciągle przybliżając się do siebie. Kiedy różnica pomiędzy maksymalnym dolnym limitem a maksymalnym górnym limitem wynosiła 0,50 zł, to wtedy wartość kwoty zmiennej była uznawana za punkt obojętności, który odzwierciedla równe preferencje dla dwóch alternatywnych nagród. Po ustaleniu danego punktu obojętności (np. dla 360 dni) odpowiedzi na pytania o wycenę wartości tego odroczenia nie były już brane pod uwagę. Dla zamaskowania celu badania po wyświetleniu 70 prób zadawane były pytania tzw. zmyłkowe (tj. takie, które dotyczyły wartości o ustalonym już punkcie obojętności oraz pytania pochodzące z warunku probabilistycznego). Pytania zmyłkowe stanowiły 50% wyświetlanych w danym warunku pytań.

Wyświetlana była następująca instrukcja:

Będiesz wybierał(a) pomiędzy różnymi wartościami pieniędzy, które możesz otrzymać w różnych odstępach czasu z różnym poziomem prawdopodobieństwa.

Przykład 1: Czy wolisz otrzymać 2 złote po zakończonych badaniach, czy 10 złotych za 30 dni?

Po uzyskaniu wyceny 4 punktów obojętności wyznaczano wartość k , która jest najczęściej stosowanym parametrem wykonania zadania DD (Basile i Toplak, 2015). Wartość k oznacza nachylenie krzywej na wykresie, gdzie na osi x znajdują się 4 punkty obojętności, a na osi y wartość wycenianej nagrody. Do obliczenia opisanej miary zastosowano najczęściej wykorzystywany wzór z następującego równania funkcji hiperbolicznej:

$$V = \frac{A}{1 + kD}$$

Wartości A , V i D oznaczają odpowiednio: proponowaną kwotę odroczonej nagrody, subiektywną wartość nagrody i odroczenie czasowe (Green, Myerson i McFadden, 1997; Rachlin i in., 1991; Steinberg, Graham, Brien, Woolard i Banich, 2009).

Podjęcie ryzykownych decyzji

Po przeglądzie literatury wykazano, że najbardziej odpowiednim zadaniem do mierzenia podejmowania ryzykownych decyzji jest *Iowa Gambling Task* (IGT) (Cauffman i in., 2010). Wersja tego zadania została stworzona na bazie zadania używanego przez Bechara i in. (1994). Jednakże wprowadzono do niej szereg zmian. Każda osoba badana podejmowała decyzję o zagranu/pasowaniu w odniesieniu do jednej z czterech talii kart, zamiast swobodnego decydowania, którą talią kart zagrać. Kolejna zmiana polegała na wprowadzeniu losowej kolejności proponowanych talii do zagrania. Dzięki temu osoby badane nie miały możliwości stosowania specyficznych strategii gry, które mogłyby zniekształcić ostateczną sumę wygranych wirtualnych pieniędzy. Ostatnia zmiana polegała na modyfikacji informacji zwrotnej dotyczącej wyników. Była ona skonstruowana tak, aby uczestnicy otrzymywali informację o zysku lub stracie *per saldo* związanej z talią, a nie dwie osobne informacje o zysku i stracie (Bechara i in., 1994). Na przykład, w oryginalnej procedurze zadania IGT, osoba badana dowiadywała się, że wygrała 500 zł, i że jednocześnie przegrała 850 zł. W zmodyfikowanej wersji wyświetlano natomiast informację, że przegrana w danej próbie wynosi 350 zł. Dzięki temu pamięć robocza była mniej obciążona.

Procedura IGT polegała na wyświetlaniu 4 talii kart, z których tylko jedna była wskazywana przez strzałkę. Osoba badana decydowała, czy chce zagrać daną talią, czy nie. Podjęcie decyzji o zagranu mogło powodować wygraną, przegraną lub brak straty/zysku. Zadaniem osoby badanej było wygranie jak największej sumy pieniędzy. Instrukcja do zadania

brzmiała następująco:

Celem tej gry jest wygranie jak największej sumy pieniędzy. Każde zagranie polega na graniu kartą z jednej talii.

Talię, którą możesz zagrać w danej rozgrywce, będzie wskazywała żółta strzałka. Jeśli zdecydujesz się zagrać kartą ze wskazanej talii, wygrasz lub przegrasz pewną sumę pieniędzy. Jeśli będziesz pasował, nic nie wygrasz ani nic nie stracisz. Na podjęcie decyzji będziesz miał(a) 4s. Jeśli w tym czasie nic nie wybierzesz, automatycznie pasujesz.

Niektóre talie są bardziej korzystne niż inne. Postaraj się grać kartami tylko z korzystnych talii, aby wygrać jak najwięcej pieniędzy.

Wszystkie osoby badane wykonywały 6 bloków po 20 prób, czyli po 5 prób na każdą talię. Układ korzystnych i niekorzystnych talii na ekranie dla każdej osoby badanej był przydzielany losowo przy każdym obciążeniu. To, ile osoba badana mogła wygrać, grając daną talią, zostało zobrazowane w Tabeli nr 1.

Tabela 1

Układ korzystnych i niekorzystnych talii oraz konsekwencje ich wyborów

	Talia			
	A	B	C	D
Zakres nagród	od -250 zł do 100 zł	od -1150 zł do 100 zł	od -25 zł do 50 zł	od -200 zł do 50 zł
Prawdopodobieństwo wygranej	0,5	0,9	0,5	0,9
Prawdopodobieństwo przegranej	0,5	0,1	0,25	0,1
Prawdopodobieństwo wygranej 0 zł	0	0	0,25	0
Pierwsza próba, w której występuje strata (potencjalnie)	3-cia	10-ta	13-sta	10-ta
Wartość oczekiwana	-25 zł	-25 zł	20 zł	25 zł

Wyniki zadania IGT można przedstawić za pomocą trzech miar: dobre zagrania, złe zagrania i wynik netto (ang. *net score*). Dobre zagrania przedstawia się w procentach,

obliczonych przez podzielenie liczby wyborów talii korzystnych przez całkowitą liczbę możliwych zagrań tymi taliami. W analogiczny sposób obliczono odsetek złych zagrań (tj. taliami niekorzystnymi). Wynik netto obliczono jako różnicę procentową pomiędzy dobrymi i złymi zagraniami, przy czym ta ostatnia jest odejmowana od pierwszej. Uważany jest on za miarę ogólnego wykonania, integrujący wrażliwość na zyski i straty (Cauffman i in., 2010). Jeśli badany miał możliwość zagrania korzystnymi taliami (C i D) 10 razy w danym bloku, a zagrał nimi tylko 5 razy, to wtedy wynik dobrych zagrań wynosił 60%. Odpowiednio, jeśli na 10 możliwych zagrań niekorzystnymi taliami (A i B) badany zagrał nimi 3 razy, to wtedy wynik złych zagrań wynosił 20%. Dzięki uzyskaniu tych dwóch wyników możliwe jest obliczenie wyniku netto poprzez odjęcie 60% od 20%, czyli w tym przypadku wynosić on będzie 40%. Dodatni wynik netto wskazuje na częstsze wybory z korzystnych talii, podczas gdy ujemny wynik netto wskazuje na częstsze wybory z talii niekorzystnych.

Opis wyników

Transfer bliski

Do pomiaru transferu bliskiego wykorzystano cztery zadania mierzące sprawność pamięci roboczej – trzy w paradygmacie złożonych zadań pojemnościowych (*Operation Span* – *O-span*, *Symmetry Span* – *S-span* oraz *Reading Span* – *R-span*) oraz jedno zadanie z paradygmatu *n-wstecz*. Wskaźnikami wykonania złożonych zadań pojemnościowych były: *Total* - kryterium konserwatywne, tj. liczba poprawnie odtworzonych bodźców z zachowaniem poprawnej kolejności ich prezentacji; *CorrectLetters/CorrectSquares* - kryterium liberalne, tj. liczba poprawnie odtworzonych bodźców bez względu na kolejność ich prezentacji. Wskaźnikami wykonania zadania *n-wstecz* były: poprawne trafienia na poziomie 2- i 3-wstecz; fałszywe alarmy oraz niepoprawne trafienia w zmyłki na poziomie 2- i 3-wstecz.

Testowano jedną hipotezę w obszarze transferu bliskiego:

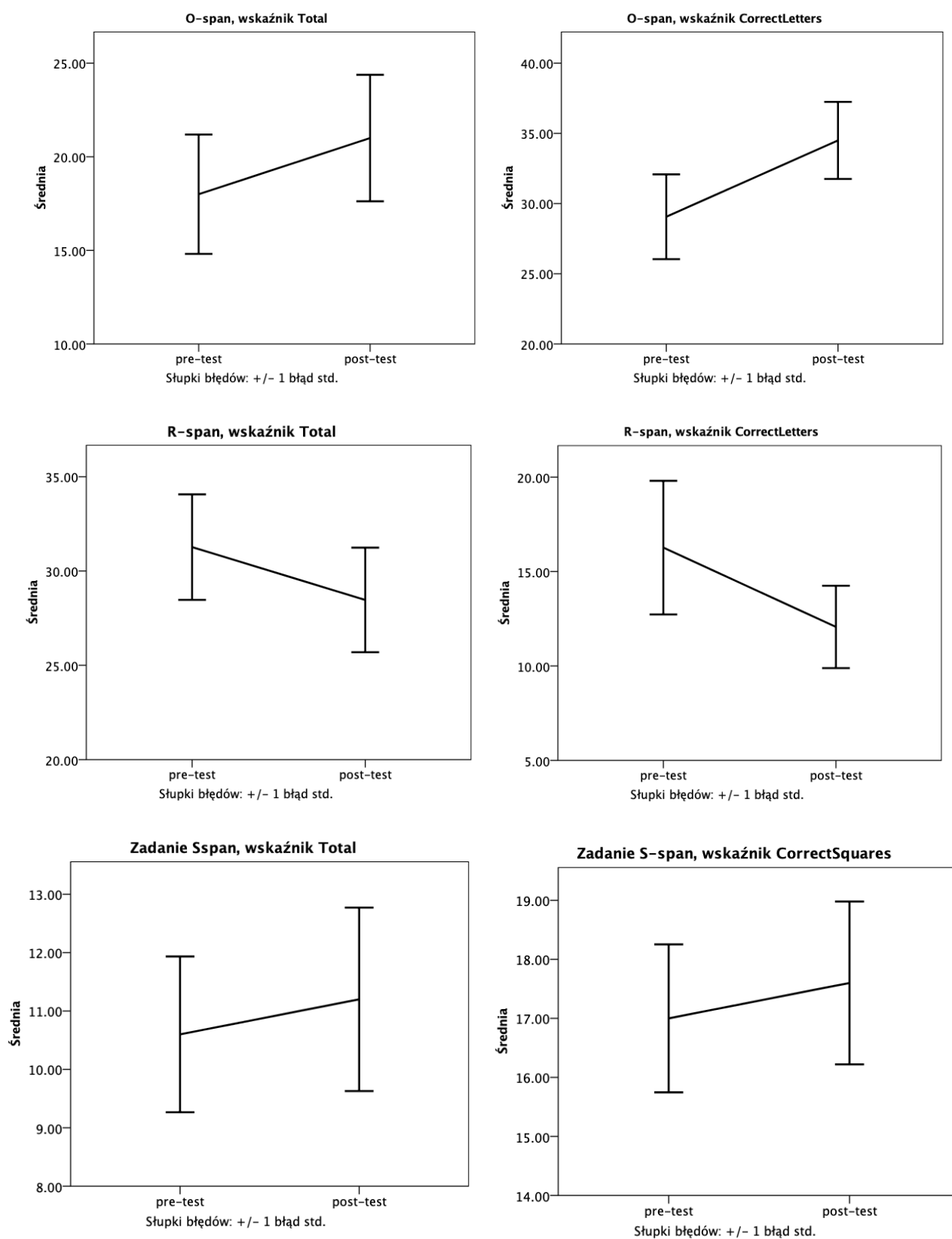
H1: Trening pamięci roboczej wpłynie na zwiększenie sprawności pamięci roboczej.

Istotna poprawa w zakresie poziomu wykonania złożonych zadań pojemnościowych oraz zadania *n-wstecz* między pre- a post-testem.

Paradygmat złożonych zadań pojemnościowych: O-span, S-span i R-span

W celu sprawdzenia, czy trening pamięci wpłynął na **zwiększenie pojemności pamięci roboczej** zastosowano test *t*-studenta z powtarzanym pomiarem dla zmiennych zależnych:

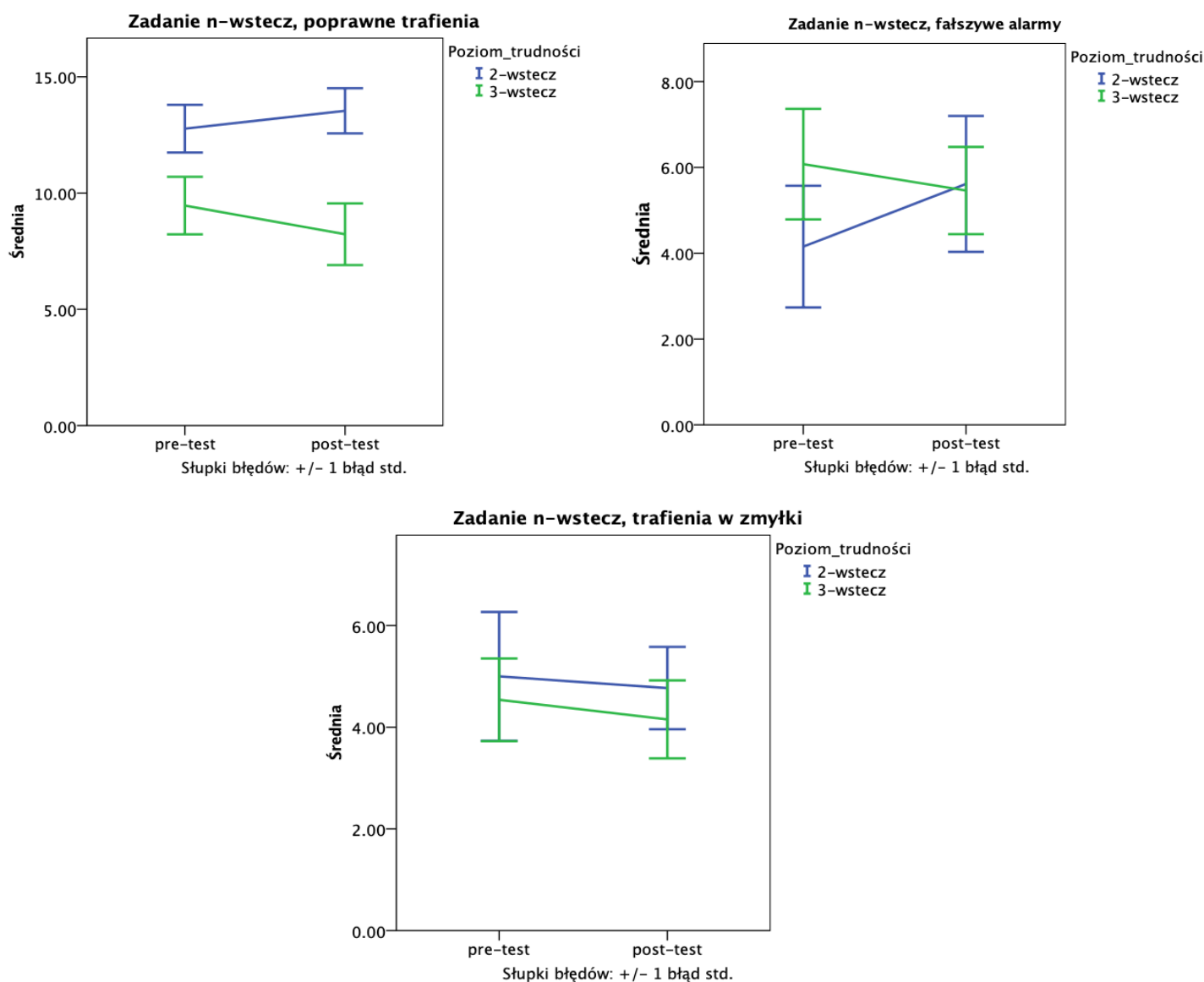
wskaźniki *Total* (tj. kryterium konserwatywne) oraz wskaźnik *CorrectLetters* (tj. kryterium liberalne) w zadaniach O-span, S-span i R-span. Nie wykazano istotnych różnic między pre- a post-testem w zakresie testowanych zmiennych ($p > 0,21$). Średnie oraz błędy standardowe uzyskane w każdym pomiarze przedstawiają wykresy na rysunku nr 5.



Rysunek nr 5. Wykresy przedstawiające wykonanie zadań mierzących pojemność pamięci roboczej

Paradygmat *n*-wstecz

W celu sprawdzenia, czy trening pamięci wpłynął na **zwiększenie sprawności aktualizacji pamięci roboczej** zastosowano test *t*-studenta z powtarzanym pomiarem dla zmiennych zależnych: wskaźniki *poprawne trafienia*, *niepoprawne trafienia w zmyłki*, *falszywe alarmy* w zadaniu *n*-wstecz z uwzględnieniem dwóch poziomów trudności: 2-wstecz oraz 3-wstecz. Nie wykazano istotnych różnic w zakresie testowanych zmiennych ($p > 0,25$). Średnie oraz błędy standardowe uzyskane w każdym pomiarze przedstawiają wykresy na rysunku nr 6.



Rysunek nr 6. Wykresy przedstawiające wykonanie zadań mierzących aktualizację pamięci roboczej

Transfer daleki

Testowano trzy hipotezy w obszarze transferu dalekiego:

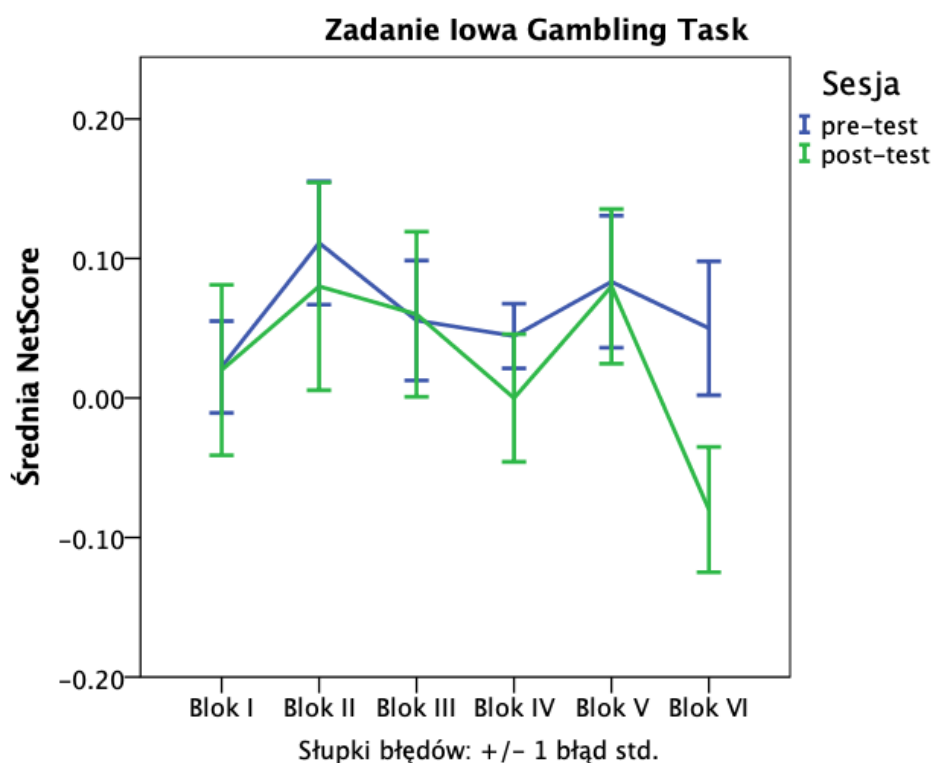
H2: Trening pamięci roboczej wpłynie na zwiększenie racjonalności podejmowanych decyzji hazardowych (zadanie Iowa Gambling Task).

H3: Trening pamięci roboczej wpłynie na zmniejszenie dewaluacji odroczonej nagród (zadanie Delay Discounting).

H4: Trening pamięci roboczej wpłynie na zwiększenie zdolności do kontroli pobudzenia emocjonalnego (zadanie Test Ciągłego Wykonania).

Iowa Gambling Task

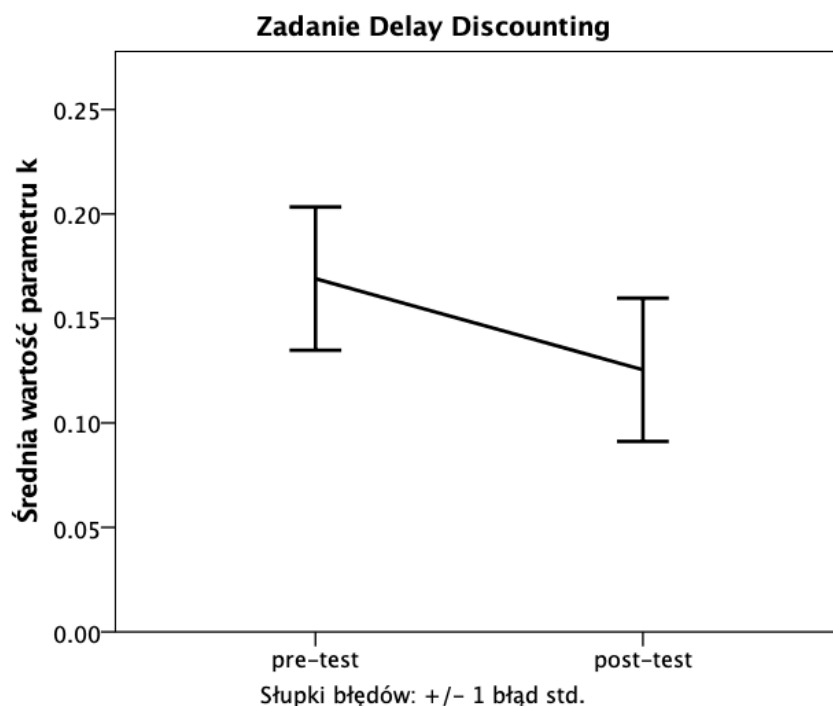
W celu sprawdzenia, czy trening pamięci wpłynął na **zmniejszenie podejmowania ryzykownych decyzji** przeprowadzono analizę wariancji z powtarzanym pomiarem w modelu 2×6 z dwoma czynnikami wewnątrz-obiektowymi: *Sesja* (pre-test vs post-test) i *Blok* (Blok I vs Blok II vs Blok III vs Blok IV vs Blok V vs Blok VI). Nie wykazano istotnych efektów głównych ani interakcji. (Efekt główny Sesja: $F_{(1,14)} = 1,04$; $p = 0,33$; efekt główny Blok: $F_{(3,03; 42,41)} = 1,51$; $p = 0,23$; efekt interakcji: $F_{(5,70)} = 1,00$; $p = 0,42$). Średnie oraz błędy standardowe uzyskane w każdym pomiarze przedstawiają wykresy na rysunku nr 7.



Rysunek nr 7. Wykres przedstawiający wykonanie zadania IGT

Delay Discounting

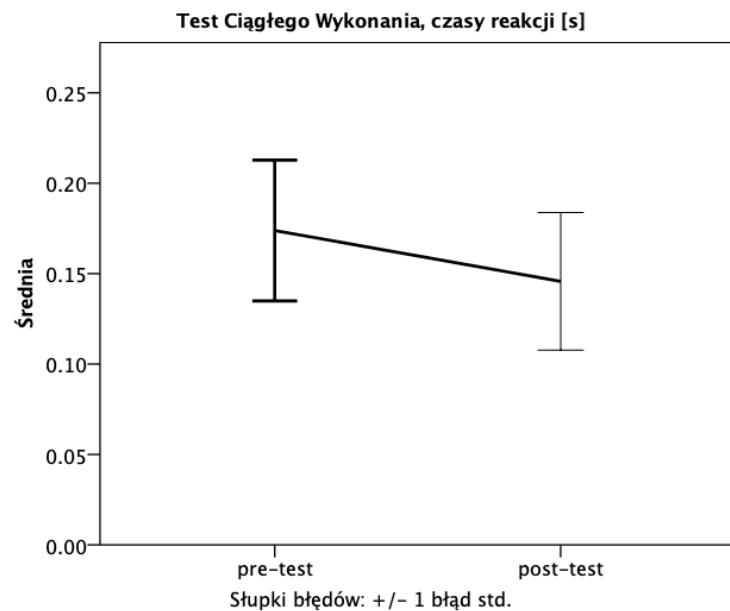
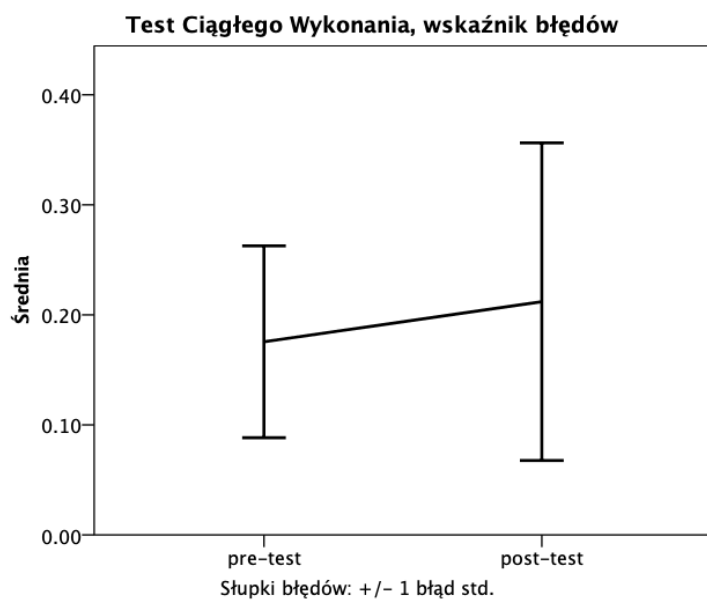
W celu sprawdzenia, czy trening pamięci wpłynął na **zmniejszenie dewaluacji odroczonej nagrody** zastosowano test *t*-studenta z powtarzanym pomiarem. Wykazano tendencję ku istotnemu zmniejszeniu się wskaźnika *NetScore* w pomiarze po treningu ($M_{\text{pre-test}} = 0,17$; $SD_{\text{pre-test}} = 0,15$) w porównaniu do pomiaru sprzed treningu ($M_{\text{post-test}} = 0,13$; $SD_{\text{post-test}} = 0,15$; $t_{(17)} = 1,39$; $p = 0,09$). Średnie oraz błędy standardowe uzyskane w każdym pomiarze przedstawiają wykresy na rysunku nr 8.



Rysunek nr 8. Wykres przedstawiający wykonanie zadania DD

Test Ciągłego Wykonania

W celu sprawdzenia, czy trening pamięci roboczej przyczynił się do zwiększenia zdolności do kontroli pobudzenia emocjonalnego zastosowano test *t*-studenta z powtarzanym pomiarem dla zmiennych zależnych: (1) indeks proaktywny – wskaźnik błędów oraz (2) indeks proaktywny – czas reakcji. Nie wykazano istotnych różnic między pre- a post-testem w zakresie testowanych zmiennych ($p > 0,52$). Średnie oraz błędy standardowe uzyskane w każdym pomiarze przedstawiają wykresy na rysunku nr 9.



Rysunek nr 9. Wykresy przedstawiające wykonanie zadania TCW

Dyskusja

Celem niniejszych badań było sprawdzenie, czy trening pamięci roboczej może wpływać na wycenę odroczonej nagrody oraz podejmowanie ryzykownych decyzji. Przeprowadzony został intensywny, choć krótki (8 sesji) trening pamięci roboczej w celu poprawy sprawności pamięci roboczej. Do pomiaru transferu bliskiego użyto trzech zadań mierzących sprawność pamięci roboczej w paradygmacie złożonych zadań pojemnościowych oraz jedno zadanie z paradygmatu *n*-wstecz. W transferze dalekim sprawdzano, jak trening pamięci roboczej wpłynął na podejmowanie ryzykownych decyzji i wartościowanie odległych nagród. Do ich pomiaru użyto zadań *Iowa Gambling Task* oraz *Delay Discounting*.

Wyniki nie pozwalają przyjąć hipotezy H1, zgodnie z którą można stwierdzić, że istotnie poprawiła się sprawność pamięci roboczej. Nie zaobserwowano istotnej poprawy w żadnym zadaniu mierzącym sprawność pamięci roboczej. Najprawdopodobniej jest to wynikiem zbyt krótkiego treningu. Okazuje się, że trening uwzględniający 8 sesji treningowych nie jest wystarczająco efektywny. W innych badaniach nad skutecznością treningów pamięci roboczej na osobach zdrowych po przeprowadzeniu zaplanowanych 18 sesji treningowych zaobserwowano poprawę w zadaniu *n*-wstecz (Szewczyk i in., w przygotowaniu).

Również nie można przyjąć hipotezy H2, ponieważ nie zauważono żadnej poprawy w wykonaniu zadania IGT. Jest to zgodne z innymi badaniami przeprowadzonymi ostatnio na Uniwersytecie Jagiellońskim, w których na grupie osób dorosłych zdrowych również nie stwierdzono poprawy w tym zadaniu pomimo zastosowania 18 sesji treningowych (Szewczyk i in., w przygotowaniu). Brak transferu dalekiego treningów pamięci roboczej na podejmowanie ryzykownych decyzji (IGT) jest też spójny z wynikami metaanalizy Toplaka i in. (2010). Jej

autorzy podkreślają, że tylko niewielka część badań wskazuje na statystycznie istotny, choć tak naprawdę słaby związek między wynikami IGT a sprawnością funkcji poznawczych. Niemniej jednak Buelow i Suhr (2009) sugerują, że zadanie IGT można traktować jako kolejną miarę funkcji wykonawczych.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że zgodnie z hipotezą H3, trening pamięci roboczej może teoretycznie zmniejszać dewaluację odroczonej nagrody u osób uzależnionych. Uzyskano bowiem istotność na poziomie tendencji ($p = 0,09$). Amerykańskie Stowarzyszenie Statystyczne obecnie sugeruje, aby wartości $p = 0,05$ nie traktować jako sztywnej granicy przyjęcia lub odrzucenia hipotezy zerowej, ale raczej aby interpretować otrzymaną wartość p jako informację o przybliżeniu lub oddaleniu od istotnego wyniku (Wasserstein i Lazar, 2016).

Interpretując teoretyczną możliwość przyjęcia hipotezy H3 w świetle teorii dwóch typów przetwarzania, można stwierdzić, że uzyskanie poprawy w docenianiu odroczonej nagrody poprzez trening pamięci roboczej może być wynikiem wzmocnienia działania procesów typu drugiego. Ich kontrola nad automatycznymi procesami typu pierwszego podczas dokonywania wyceny odroczonej nagrody mogła stać się możliwa dzięki usprawnieniu funkcji aktualizacji pamięci roboczej. Oznacza to, że trening pamięci roboczej mógł przełożyć się na większą zdolność do konstruowania precyzyjnego obrazu siebie i przyszłej sytuacji. To wszystko razem może skutkować podjęciem bardziej racjonalnej decyzji, czyli rezygnacją z szybkiej mniejszej nagrody na rzecz gratyfikacji większej, ale oddalonej w czasie. Niniejsze badania dostarczają w związku z tym kolejnych przesłanek na korzyść założeń teorii dwóch typów przetwarzania (Evans i Stanovich, 2013; Neys, 2018).

Uzyskanie tendencji ku poprawie w zadaniu DD poprzez trening pamięci roboczej może być też wynikiem zwiększenia skuteczności epizodycznego myślenia o przyszłości poprzez

wzmocnienie zdolności do konstruowania precyzyjnego obrazu siebie i przyszłej sytuacji podczas dokonywania wyceny odroczonej nagrody. Wykazano bowiem, że angażowanie epizodycznego myślenia o przyszłości może wiązać się z większym docenianiem odroczonej nagrody (Atance i O'Neill, 2001; Bickel i in., 2017; Daniel i in., 2013; O'Neill i in., 2016; Peters i Büchel, 2010; Snider i in., 2016; Stein i in., 2016). Z kolei poprawa w docenianiu wynikająca z zaangażowania epizodycznego myślenia o przyszłości była najsilniejsza u osób o większej sprawności pamięci roboczej (H. Lin i Epstein, 2014). Otrzymane wyniki są spójne z wynikami badań wykazującymi, że trening pamięci roboczej może poprawić wykonanie zadania DD przez osoby uzależnione od narkotyków (Bickel, Yi, i in., 2011) oraz zmniejszać objawy uzależnienia od alkoholu (Houben i in., 2011). W tym kontekście istotne jest, że osoby uzależnione od alkoholu charakteryzują się zmniejszoną skutecznością epizodycznego myślenia o przyszłości, przejawiającą się w formie deficytów w planowaniu przyszłości (Griffiths i in., 2012). W tej grupie klinicznej trening wyobrażeń o przyszłości zaowocował poprawą pamięci prospektywnej (Griffiths i in., 2012; Platt, Kamboj, Italiano, Rendell i Curran, 2016). Epizodyczne myślenie o przyszłości jest zdolnością do projekcji przyszłych doświadczeń, natomiast pamięć prospektywna oznacza utrzymywanie w pamięci informacji o wykonaniu zamierzonego działania. Konstrukty te – jako przykłady poznawczego zorientowania uwagi na przyszłość – są ze sobą pozytywnie skorelowane (Terrett i in., 2016).

Odnosząc się do hipotezy H4, nie można stwierdzić czy trening pamięci roboczej może **zwiększać zdolność do kontroli pobudzenia emocjonalnego**. Brak istotnej poprawy w tym zakresie nie potwierdza zatem przypuszczeń, że nadmierne pobudzenie emocjonalne pojawiające się w sytuacji gry hazardowej jest przyczyną zaburzonego działania funkcji poznawczych u osób uzależnionych od hazardu (Leeman i Potenza, 2012).

Wnioski i rekomendacje

Do ograniczeń badań można zaliczyć: brak grupy kontrolnej, małą liczebność grupy eksperymentalnej, stosunkowo małą liczbę sesji treningowych oraz brak pomiaru transferu odroczonego (tzw. *follow-up*) sprawdzającego, czy i jak długo utrzymują się efekty treningu – zarówno transfer bliski, jak i daleki.

Należy również podkreślić, że próbę badawczą stanowiło tylko 15 osób uzależnionych nie tylko od hazardu, ale również od innych substancji psychoaktywnych. Dlatego też ewentualne zastosowanie treningów pamięci roboczej u hazardzistów należy z ostrożnością generalizować na ich populację, podkreślając w tym miejscu, że uzyskano jedynie tendencję i brak transferu bliskiego w postaci poprawy sprawności pamięci roboczej.

W dalszych badaniach warto byłoby sprawdzić, czy trening pojemności pamięci roboczej wraz z zastosowaniem grupy kontrolnej, większej ilości sesji treningowych, oraz pomiarem transferu odroczonego (tzw. *follow-up*) przynosi podobne wyniki, czyli istotną poprawę w wartościowaniu odroczonej nagrody.

Problemy z funkcjonowaniem poznawczym u osób uzależnionych można uzasadnić przez odniesienie do teorii dwóch typów przetwarzania (Evans, 2008; Kahneman, Slovic, i Tversky, 1974; Noël i in., 2013). Jako że procesy typu pierwszego są procesami automatycznymi, bezrefleksyjnymi, ich rolą jest kierowanie zachowaniem w sytuacjach znanych i dobrze określonych. Z kolei procesy typu drugiego odpowiadają za działanie w sytuacjach wymagających refleksyjnego sposobu podejmowania decyzji. Jak wynika z teorii, oraz na co pośrednio wskazują przeprowadzane badania, sprawność procesów typu drugiego najprawdopodobniej zależy od dostępności zasobów pamięci roboczej (por. Evans, 2008; Noël i in., 2013). Przenosząc to na funkcjonowanie poznawcze osób uzależnionych, u których

sprawność pamięci roboczej jest często ograniczona, w obliczu pokusy sięgnięcia po substancję lub czynność uzależniającą, ich procesy typu drugiego mogą nie być na tyle silne, aby uruchomić odpowiedni proces myślowy prowadzący do powstrzymania się od niekorzystnego działania. Szczególnie istotnym procesem jest w tym wypadku epizodyczne myślenie o przyszłości, które pozwala na wyobrażenie sobie przyszłych konsekwencji obecnych działań, np. pożądaných skutków abstynencji. Wyniki tych badań wpisują się w serię doniesień wskazujących na skuteczność treningów pamięci roboczej w zakresie poprawy funkcji nietrenowanych, a konkretnie na większe docenianie odległych nagród u osób zdrowych. W kontekście doniesień o efektywności treningów pamięci roboczej jako działań przyczyniających się do redukcji objawów uzależnień (Bickel, Yi, i in., 2011; Houben i in., 2011) jest to zatem kolejna przesłanka ku temu, że zaadaptowanie treningów poznawczych dla osób uzależnionych może teoretycznie wspomagać ich terapię, a także zmniejszać prawdopodobieństwo powrotu do uzależnienia.

Bibliografia

Albein-Urios, N., Martinez-González, J. M., Lozano, Ó., & Verdejo-Garcia, A. (2014).

Monetary delay discounting in gambling and cocaine dependence with personality comorbidities. *Addictive Behaviors*, 39(11), 1658–1662.

<https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2014.06.001>

Aranovich, G. J., McClure, S. M., Fryer, S., & Mathalon, D. H. (2016). The effect of cognitive challenge on delay discounting. *NeuroImage*, 124, 733–739.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.09.027>

- Atance, C. M., & O'Neill, D. K. (2001). Episodic future thinking. *Trends in Cognitive Sciences*, 5(12), 533–539. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01804-0](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01804-0)
- Basile, A. G., & Toplak, M. E. (2015). Four converging measures of temporal discounting and their relationships with intelligence, executive functions, thinking dispositions, and behavioral outcomes. *Frontiers in Psychology*, 6(June), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00728>
- Beatty, W. W., Katzung, V. M., Moreland, V. J., & Nixon, S. J. (1995). Neuropsychological performance of recently abstinent alcoholics and cocaine abusers. *Drug and Alcohol Dependence*, 37(3), 247–253. [https://doi.org/10.1016/0376-8716\(94\)01072-S](https://doi.org/10.1016/0376-8716(94)01072-S)
- Bechara, A., & Damasio, A. R. (2005). The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*, 52(2), 336–372. <https://doi.org/10.1016/j.geb.2004.06.010>
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50(1–3), 7–15. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(94\)90018-3](https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)90018-3)
- Bechara, A., & Martin, E. M. (2004). Impaired decision making related to working memory deficits in individuals with substance addictions. *Neuropsychology*, 18(1), 152–162. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.18.1.152>
- Benoit, R. G., Gilbert, S. J., & Burgess, P. W. (2011). A Neural Mechanism Mediating the Impact of Episodic Propection on Farsighted Decisions. *Journal of Neuroscience*, 31(18), 6771–6779. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.6559-10.2011>
- Berry, J., van Gorp, W. G., Herzberg, D. S., Hinkin, C., Boone, K., Steinman, L., & Wilkins,

- J. N. (1993). Neuropsychological deficits in abstinent cocaine abusers: preliminary findings after two weeks of abstinence. *Drug and Alcohol Dependence*, 32(3), 231–237.
[https://doi.org/10.1016/0376-8716\(93\)90087-7](https://doi.org/10.1016/0376-8716(93)90087-7)
- Bickel, W. K., Christensen, D. R., & Marsch, L. A. (2011). A review of computer-based interventions used in the assessment, treatment, and research of drug addiction. *Substance Use & Misuse*, 46(1), 4–9. <https://doi.org/10.3109/10826084.2011.521066>
- Bickel, W. K., Stein, J. S., Moody, L. N., Snider, S. E., Mellis, A. M., & Quisenberry, A. J. (2017). Toward narrative theory: Interventions for reinforcer pathology in health behavior. In *Nebraska Symposium on Motivation* (Vol. 64, pp. 227–267).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-51721-6_8
- Bickel, W. K., Yi, R., Landes, R. D., Hill, P. F., & Baxter, C. (2011). Remember the future: working memory training decreases delay discounting among stimulant addicts. *Biol Psychiatry*, 69(3), 260–265. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.08.017>
- Bickel, W. K., Yi, R., Landes, R. D., Hill, P. F., & Baxter, C. (2012). Remember the future: working memory training decreases delay discounting among stimulant addicts. *Biological Psychiatry*, 69(3), 260–265.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.08.017.Remember>
- Brevers, D., Cleeremans, A., Goudriaan, A. E., Bechara, A., Kornreich, C., Verbanck, P., & Noël, X. (2012). Decision making under ambiguity but not under risk is related to problem gambling severity. *Psychiatry Research*, 200(2–3), 568–574.
<https://doi.org/10.1016/j.psychres.2012.03.053>
- Brevers, D., Cleeremans, A., Verbruggen, F., Bechara, A., Kornreich, C., Verbanck, P., &

- Noël, X. (2012). Impulsive Action but Not Impulsive Choice Determines Problem Gambling Severity. *PLoS ONE*, 7(11), 5–12.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050647>
- Brevers, D., Koritzky, G., Bechara, A., & Noel, X. (2014). Cognitive processes underlying impaired decision-making under uncertainty in gambling disorder. *Addictive Behaviors*, 39(10), 1533–1536. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2014.06.004>
- Buelow, M. T., & Suhr, J. A. (2009). Construct validity of the Iowa gambling task. *Neuropsychology Review*, 19(1), 102–114. <https://doi.org/10.1007/s11065-009-9083-4>
- Cauffman, E., Shulman, E. P., Steinberg, L., Claus, E., Banich, M. T., Graham, S., & Woolard, J. (2010a). Age Differences in Affective Decision Making as Indexed by Performance on the Iowa Gambling Task, 46(1), 193–207.
<https://doi.org/10.1037/a0016128>
- Cauffman, E., Shulman, E. P., Steinberg, L., Claus, E., Banich, M. T., Graham, S., & Woolard, J. (2010b). Age Differences in Affective Decision Making as Indexed by Performance on the Iowa Gambling Task. *Developmental Psychology*, 46(1), 193–207.
<https://doi.org/10.1037/a0016128>
- Daniel, T. O., Stanton, C. M., & Epstein, L. H. (2013). The future is now: Comparing the effect of episodic future thinking on impulsivity in lean and obese individuals. *Appetite*, 71, 120–125. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.07.010>
- Ersche, K. D., Clark, L., London, M., Robbins, T. W., & Sahakian, B. J. (2006). Profile of executive and memory function associated with amphetamine and opiate dependence. *Neuropsychopharmacology*, 31(5), 1036–1047. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1300889>

- Evans, J. S. B. T. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 255–278.
<https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093629>
- Evans, J. S. B. T., & Stanovich, K. E. (2013). Dual-Process Theories of Higher Cognition. *Perspectives on Psychological Science*, 8(3), 223–241.
<https://doi.org/10.1177/1745691612460685>
- Fellows, L. K., & Farah, M. J. (2005). Different underlying impairments in decision-making following ventromedial and dorsolateral frontal lobe damage in humans. *Cerebral Cortex*, 15(1), 58–63. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhh108>
- Foster, J. L., Shipstead, Z., Harrison, T. L., Hicks, K. L., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2014). Shortened complex span tasks can reliably measure working memory capacity. *Memory & Cognition*, 43(2), 226–236. <https://doi.org/10.3758/s13421-014-0461-7>
- Gozzi, M., Cherubini, P., Papagno, C., & Bricolo, E. (2011). Recruitment of intuitive versus analytic thinking strategies affects the role of working memory in a gambling task. *Psychological Research*, 75(3), 188–201. <https://doi.org/10.1007/s00426-010-0296-1>
- Green, L., Myerson, J., & McFadden, E. (1997). Rate of temporal discounting decreases with amount of reward. *Memory & Cognition*, 25(5), 715–723.
<https://doi.org/10.3758/BF03211314>
- Griffiths, A., Hill, R., Morgan, C., Rendell, P. G., Karimi, K., Wanagaratne, S., & Curran, H. V. (2012). Prospective memory and future event simulation in individuals with alcohol dependence. *Addiction*, 107(10), 1809–1816. <https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.2012.03941.x>

- Harrison, T. L., Shipstead, Z., Hicks, K. L., Hambrick, D. Z., Redick, T. S., & Engle, R. W. (2013). Working Memory Training May Increase Working Memory Capacity but Not Fluid Intelligence. *Psychological Science*, 24(12), 2409–2419.
<https://doi.org/10.1177/0956797613492984>
- Hinson, J. M., Jameson, T. L., & Whitney, P. (2002). Somatic markers, working memory, and decision making. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 2(4), 341–353.
<https://doi.org/10.3758/CABN.2.4.341>
- Hinson, J. M., Jameson, T. L., & Whitney, P. (2003). Impulsive decision making and working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29(2), 298–306. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.2.298>
- Hofmann, W., Gschwendner, T., Friese, M., Wiers, R. W., & Schmitt, M. (2008). Working memory capacity and self-regulatory behavior: toward an individual differences perspective on behavior determination by automatic versus controlled processes. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95(4), 962–977. <https://doi.org/10.1037/a0012705>
- Houben, K., Wiers, R. W., & Jansen, A. (2011a). Getting a grip on drinking behavior: training working memory to reduce alcohol abuse. *Psychological Science : A Journal of the American Psychological Society / APS*, 22(7), 968–975.
<https://doi.org/10.1177/0956797611412392>
- Houben, K., Wiers, R. W., & Jansen, A. (2011b). Getting a Grip on Drinking Behavior. *Psychological Science*, (June). <https://doi.org/10.1177/0956797611412392>
- Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1974). Judgment under uncertainty: heuristics and biases, 185(4157), 1124–1131.

- Kraplin, A., Buhringer, G., Oosterlaan, J., Van den Brink, W., Goschke, T., & Goudriaan, A. E. (2014). Dimensions and disorder specificity of impulsivity in pathological gambling. *Addictive Behaviors*, 39(11), 1646–1651. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2014.05.021>
- Kraplin, A., Dshemuchadse, M., Behrendt, S., Scherbaum, S., Goschke, T., & Buhringer, G. (2014). Dysfunctional decision-making in pathological gambling: Pattern specificity and the role of impulsivity. *Psychiatry Research*, 215(3), 675–682. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2013.12.041>
- Ledgerwood, D. M., Orr, E. S., Kaploun, K. A., Milosevic, A., Frisch, G. R., Rupcich, N., & Lundahl, L. H. (2012). Executive Function in Pathological Gamblers and Healthy Controls. *Journal of Gambling Studies*, 28(1), 89–103. <https://doi.org/10.1007/s10899-010-9237-6>
- Leeman, R. F., & Potenza, M. N. (2012). Similarities and differences between pathological gambling and substance use disorders: A focus on impulsivity and compulsivity. *Psychopharmacology*, 219(2), 469–490. <https://doi.org/10.1007/s00213-011-2550-7>
- Li, X., Lu, Z. L., D’Argembeau, A., Ng, M., & Bechara, A. (2010). The Iowa Gambling Task in fMRI images. *Human Brain Mapping*, 31(3), 410–423. <https://doi.org/10.1002/hbm.20875>
- Lin, H., & Epstein, L. H. (2014). Living in the moment: Effects of time perspective and emotional valence of episodic thinking on delay discounting. *Behavioral Neuroscience*, 128(1), 12–19. <https://doi.org/10.1037/a0035705>
- Lorains, F. K., Dowling, N. A., Enticott, P. G., Bradshaw, J. L., Trueblood, J. S., & Stout, J. C. (2014). Strategic and non-strategic problem gamblers differ on decision-making under

- risk and ambiguity. *Addiction*, 109(7), 1128–1137. <https://doi.org/10.1111/add.12494>
- Manes, F., Sahakian, B., Clark, L., Rogers, R., Antoun, N., Aitken, M., & Robbins, T. (2002). Decision-making processes following damage to the prefrontal cortex. *Brain : A Journal of Neurology*, 125(Pt 3), 624–639. <https://doi.org/10.1093/brain/awf049>
- Manning, V., Teoh, H. C., Guo, S., Wong, K. E., & Li, T.-K. (2013). Executive functioning in Asian pathological gamblers. *International Gambling Studies*, 13(3), 403–416. <https://doi.org/10.1080/14459795.2013.829516>
- McKetin, R., & Mattick, R. P. (1998). Attention and memory in illicit amphetamine users: Comparison with non-drug-using controls. *Drug and Alcohol Dependence*, 50(2), 181–184. [https://doi.org/10.1016/S0376-8716\(98\)00022-2](https://doi.org/10.1016/S0376-8716(98)00022-2)
- Neys, W. De. (2018). *Dual Process Theory 2.0*. (W. De Neys, Ed.) (First). New York: Routledge.
- Nigro, G., & Cosenza, M. (2016). Living in the Now: Decision-Making and Delay Discounting in Adolescent Gamblers. *Journal of Gambling Studies*. <https://doi.org/10.1007/s10899-016-9595-9>
- Noël, X., Brevers, D., & Bechara, A. (2013). A neurocognitive approach to understanding the neurobiology of addiction. *Current Opinion in Neurobiology*, 23(4), 632–638. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2013.01.018>
- O'Neill, J., Daniel, T. O., & Epstein, L. H. (2016). Episodic future thinking reduces eating in a food court. *Eating Behaviors*, 20, 9–13. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2015.10.002>
- Olson, E. A., Hooper, C. J., Collins, P., & Luciana, M. (2007). Adolescents' performance on delay and probability discounting tasks: Contributions of age, intelligence, executive

- functioning, and self-reported externalizing behavior. *Personality and Individual Differences*, 43(7), 1886–1897. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2007.06.016>
- Oswald, F. L., McAbee, S. T., Redick, T. S., & Hambrick, D. Z. (2015). The development of a short domain-general measure of working memory capacity. *Behavior Research Methods*, 47(4), 1343–1355. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0543-2>
- Peters, E., & Slovic, P. (2000). The Springs of Action: Affective and Analytical Information Processing in Choice. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 26(12), 1465–1475. <https://doi.org/10.1177/01461672002612002>
- Peters, J., & Büchel, C. (2010). Episodic Future Thinking Reduces Reward Delay Discounting through an Enhancement of Prefrontal-Mediotemporal Interactions. *Neuron*, 66(1), 138–148. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.03.026>
- Platt, B., Kamboj, S. K., Italiano, T., Rendell, P. G., & Curran, H. V. (2016). Prospective memory impairments in heavy social drinkers are partially overcome by future event simulation. *Psychopharmacology*, 233(3), 499–506. <https://doi.org/10.1007/s00213-015-4145-1>
- Rachlin, H., Raineri, A., & Cross, D. (1991). Subjective probability and delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 55(2), 233–244. <https://doi.org/10.1901/jeab.1991.55-233>
- Redick, T. S., Broadway, J. M., Meier, M. E., Kuriakose, P. S., Unsworth, N., Kane, M. J., & Engle, R. W. (2012). Measuring Working Memory Capacity With Automated Complex Span Tasks. *European Journal of Psychological Assessment*, 28(3), 164–171. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000123>

- Redick, T. S., & Lindsey, D. R. B. (2013). Complex span and n-back measures of working memory: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(6), 1102–1113.
<https://doi.org/10.3758/s13423-013-0453-9>
- Richards, J. B., Zhang, L., Mitchell, S. H., & Wit, H. D. (1999). Delay or probability discounting in a model of impulsive behavior: effect of alcohol. *Journal Of The Experimental Analysis Of Behavior*, 2(2), 121–143.
- S. Mesrobian. (2015). Does working memory training affect decision making ? : a neuroeconomic study.
- Shah, P., & Miyake, A. (1999). Models of working memory. *Models of Working Memory: Mechanisms of*
- Snider, S. E., LaConte, S. M., & Bickel, W. K. (2016). Episodic Future Thinking: Expansion of the Temporal Window in Individuals with Alcohol Dependence. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 40(7), 1558–1566. <https://doi.org/10.1111/acer.13112>
- Stein, J. S., Wilson, A. G., Koffarnus, M. N., Daniel, T. O., Epstein, L. H., & Bickel, W. K. (2016). Unstuck in time: episodic future thinking reduces delay discounting and cigarette smoking. *Psychopharmacology*, 233(21–22), 3771–3778.
<https://doi.org/10.1007/s00213-016-4410-y>
- Steinberg, L., Graham, S., Brien, L. O., Woolard, J., & Banich, M. (2009). Society for Research in Child Development Age Differences in Future Orientation and Delay Discounting. *Child Development*, 80(1), 28–44.
- Sweller, J. (1994). Cognitive Load Theory , Learning Difficulty , and Instructional Design. *Learning and Instruction*, 4, 295–312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)

Takeuchi, H., Taki, Y., Nouchi, R., Hashizume, H., Sekiguchi, A., Kotozaki, Y., ...

Kawashima, R. (2014). Working memory training improves emotional states of healthy individuals. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 8(October), 200.

<https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00200>

Terrett, G., Rose, N. S., Henry, J. D., Bailey, P. E., Altgassen, M., Phillips, L. H., ... Rendell,

P. G. (2016). The relationship between prospective memory and episodic future thinking in younger and older adulthood. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69(2),

310–323. <https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1054294>

Turnbull, O. H., Evans, C. E. Y., Bunce, A., Carzolio, B., & O'Connor, J. (2005).

Emotion-based learning and central executive resources: An investigation of intuition and the Iowa Gambling Task. *Brain and Cognition*, 57(3), 244–247.

<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.053>

Unsworth, N., Heitz, R. P., Schrock, J. C., & Engle, R. W. (2005). An automated version of the operation span task. *Behavior Research Methods*, 37(3), 498–505.

<https://doi.org/10.3758/BF03192720>

Unsworth, N., Redick, T. S., Heitz, R. P., Broadway, J. M., & Engle, R. W. (2009). Complex working memory span tasks and higher-order cognition: a latent-variable analysis of the relationship between processing and storage. *Memory (Hove, England)*, 17(6), 635–654.

<https://doi.org/10.1080/09658210902998047>

Unsworth, N., Redick, T. S., Spillers, G. J., & Brewer, G. A. (2012). Variation in working memory capacity and cognitive control: Goal maintenance and microadjustments of control. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(2), 326–355.

<https://doi.org/10.1080/17470218.2011.597865>

Verbeken, S., Braet, C., Goossens, L., & van der Oord, S. (2013). Executive function training with game elements for obese children: A novel treatment to enhance self-regulatory abilities for weight-control. *Behaviour Research and Therapy*, 51(6), 290–299.

<https://doi.org/10.1016/j.brat.2013.02.006>

Verdejo-Garcia, A., Clark, L., Verdejo-Román, J., Albein-Urios, N., Martinez-Gonzalez, J. M., Gutierrez, B., & Soriano-Mas, C. (2015). Neural substrates of cognitive flexibility in cocaine and gambling addictions. *British Journal of Psychiatry*, 207(2), 158–164.

<https://doi.org/10.1192/bjp.bp.114.152223>

Wasserstein, R. L., & Lazar, N. A. (2016). The ASA’s Statement on p -Values: Context, Process, and Purpose. *The American Statistician*, 70(2), 129–133.

<https://doi.org/10.1080/00031305.2016.1154108>

Wesley, M. J., & Bickel, W. K. (2014). Remember the future II: Meta-analyses and functional overlap of working memory and delay discounting. *Biological Psychiatry*, 75(6), 435–448. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.08.008>

Wiehler, A., & Peters, J. (2015). Reward-based decision making in pathological gambling: The roles of risk and delay. *Neuroscience Research*, 90, 3–14.

<https://doi.org/10.1016/j.neures.2014.09.008>

Wilhelm, O., Hildebrandt, A., & Oberauer, K. (2013). What is working memory capacity, and how can we measure it? *Frontiers in Psychology*, 4(JUL), 1–22.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00433>

Xiu, L., Zhou, R., & Jiang, Y. (2016). Working memory training improves emotion regulation

ability: Evidence from HRV. *Physiology and Behavior*, 155, 25–29.

<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.12.004>

Yan, W. Sen, Li, Y. H., Xiao, L., Zhu, N., Bechara, A., & Sui, N. (2014). Working memory and affective decision-making in addiction: A neurocognitive comparison between heroin addicts, pathological gamblers and healthy controls. *Drug and Alcohol Dependence*, 134(1), 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2013.09.027>

Zois, E., Kortlang, N., Vollstadt-Klein, S., Lemenager, T., Beutel, M., Mann, K., & Fauth-Bühler, M. (2014). Decision-making deficits in patients diagnosed with disordered gambling using the Cambridge Gambling task: The effects of substance use disorder comorbidity. *Brain and Behavior*, 4(4), 484–494. <https://doi.org/10.1002/brb3.231>