

Radzenie sobie z lękiem przed matematyką: Podejście poznawczo-behawioralne

Monika Szczygieł / Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

e-mail: monika.szczygiel@uj.edu.pl

ORCID: 0000-0001-6544-0734

Dominika Lipińska / Instytut Psychologii, Uniwersytet Jagielloński w Krakowie

e-mail: dominika.lipinska@student.uj.edu.pl

ORCID: 0009-0006-8522-221X

Streszczenie

Lęk przed matematyką to specyficzny rodzaj lęku, którego występowanie wiąże się z obniżonym samopoczuciem i z gorszymi osiągnięciami matematycznymi. W artykule dokonano przeglądu poznawczo-behawioralnych strategii radzenia sobie z tym lękiem, takich jak reinterpretacja poznawcza pobudzenia fizjologicznego, ekspresyjne pisanie, techniki relaksacyjne (ćwiczenia oddechowe i mindfulness) oraz systematyczna desensytyzacja. Chociaż wszystkie te metody są powszechnie uznawane za potencjalnie skuteczne, wyniki wskazują na potrzebę dalszych badań nad ich efektywnością i uwarunkowaniami skuteczności. Reinterpretacja pobudzenia wykazuje pozytywne efekty w poprawie wyników matematycznych, ale jej skuteczność w redukcji lęku przed matematyką nie została jednoznacznie potwierdzona. Ekspresyjne pisanie wydaje się być najmniej skuteczne zarówno w obniżaniu lęku, jak i w poprawie osiągnięć. Techniki relaksacyjne przynoszą mieszane efekty, szczególnie w poprawie nastroju, ale nie wykazują trwałych rezultatów w zakresie poprawy osiągnięć matematycznych. Systematyczna desensytyzacja wydaje się być najskuteczniejszą metodą zmniejszania lęku przed matematyką, choć jej efekty w zakresie poprawy wyników matematycznych są ograniczone i zależne od kontekstu. Zaleca się dalsze badania, które uwzględnią zarówno pomiar lęku przed matematyką, jak i wykonanie zadań matematycznych, przy jednoczesnej wysokiej dbałości metodologicznej.

Słowa kluczowe: Lęk przed matematyką, interwencje poznawczo-behawioralne, osiągnięcia matematyczne.

Coping with Math Anxiety: A Cognitive-Behavioral Approach

Abstract

Math anxiety is a specific type of anxiety associated with reduced well-being and poorer mathematical performance. This article reviews cognitive-behavioral strategies for coping with math anxiety, such as cognitive reinterpretation of physiological arousal, expressive writing, relaxation techniques (including breathing exercises and mindfulness), and systematic desensitization. Although all these methods are generally recognized as potentially effective, research findings highlight the need for further studies on their effectiveness and the factors influencing their success. Cognitive reinterpretation shows positive effects in improving mathematical performance, but its effectiveness in reducing math anxiety has not been clearly confirmed. Expressive writing appears to be the least effective in both lowering math anxiety levels and improving math performance. Relaxation techniques yield mixed results, particularly in enhancing mood, but they do not produce lasting improvements in mathematical performance. Systematic desensitization seems to be the most effective method for reducing math anxiety, although its impact on improving math performance is limited and context-dependent. Further research is recommended, incorporating both the measurement of math anxiety and the assessment of mathematical performance, with a strong emphasis on methodological rigor.

Keywords: Math anxiety, cognitive-behavioral interventions, mathematical achievement.

1. WPROWADZENIE

Wysokie kompetencje matematyczne przynoszą korzyści zarówno jednostkom, w postaci wyższych zarobków i trafniejszych decyzji zdrowotnych (Estrada-Mejia i in., 2016, 2020; Garcia-Retamero i in., 2019), jak i całemu społeczeństwu, o czym świadczą pozytywna korelacja między wynikami w obszarze STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) a siłą gospodarczą kraju (Naveed i in., 2023). Dla wielu uczniów nauka matematyki jest jednak wyzwaniem intelektualnym i emocjonalnym.

Lęk przed matematyką (math anxiety), definiowany jako „uczucia napięcia i lęku związanego z liczeniem i rozwiązywaniem problemów matematycznych w codziennym życiu i sytuacjach akademickich” (Richardson i Suinn, 1972, s. 551), wiąże się z niższymi osiągnięciami matematycznymi (Barroso i in., 2021), ale nie wynika wyłącznie z niskich wyników (Carey i in., 2017), lęku jako cechy lub stanu (Spielberger, 1972) ani lęku egzaminacyjnego (Carey i in., 2017). Jednocześnie lęk przed matematyką może przejawiać się jako względnie trwała cecha lub jako stan zależny od sytuacji (Orbach i in., 2019). Może on obejmować zarówno lęk przed byciem testowanym z matematyki, jak i lęk związany z samym procesem uczenia się tego przedmiotu (Hopko i in., 2003).

W nurcie poznawczo-behawioralnym lęk rozumiany jest jako reakcja emocjonalna na postrzegane zagrożenie, charakteryzująca się zniekształceniem poznawczym, pobudzeniem fizjologicznym oraz zachowaniem unikowym (Beck i in., 1985). Tym samym można rozumieć lęk przed matematyką jako objawiający się na wielu poziomach funkcjonowania jednostki (Luttenberg i in., 2018; Osza, 2020). Na poziomie fizjologicznym towarzyszą mu typowe reakcje stresowe, takie jak przyspieszone bicie serca, wzmożona potliwość, napięcie mięśniowe, suchość w ustach. W sferze afektywnej lęk ten przejawia się odczuwaniem niepokoju, napięcia i frustracji związanych z aktywnością matematyczną. Na poziomie poznawczym objawia się negatywnymi przekonaniami na temat własnych zdolności matematycznych, trudnościami z koncentracją, natrętnymi myślami o porażce oraz obniżoną sprawnością pamięci roboczej w sytuacjach wymagających rozwiązywania problemów. Z kolei na poziomie behawioralnym lęk przed matematyką często prowadzi do unikania zadań matematycznych, ograniczonego zaangażowania w naukę oraz rezygnacji z wyboru ścieżek edukacyjnych lub zawodowych związanych z matematyką.

Zainteresowanie możliwościami radzenia sobie z lękiem przed matematyką ujawnia się zarówno w prowadzonych od lat badaniach naukowych na ten temat, jak też wśród dydaktyków, zainteresowanych wdrażaniem odkryć badaczy w praktyce. Temat jest tak ważny, że już w 2008 roku Krajowy Panel Doradczy ds. Matematyki w Stanach Zjednoczonych wydał zalecenia dotyczące rozwoju skutecznych interwencji mających na celu przeciwdziałanie powstawaniu i rozwojowi lęku przed matematyką (Brunyé i in., 2013; U.S. Department of Education, 2008). Pomimo że zadanie jest jasno sformułowane, problem ten pozostaje złożony, a jego rozwiązanie nie należy do łatwych. Zgodnie z wynikami badań sugerującymi, że zależność między lękiem przed matematyką a poziomem wykonania zadań matematycznych jest dwukierunkowa (Carey i in., 2016; Szczygieł i in., 2024), badacze koncentrują się albo na zmniejszaniu samego lęku (jako przyczyny niskich osiągnięć), albo na wspomaganiu rozwoju niskich umiejętności matematycznych (jako przyczyny lęku przed matematyką). Z tego też względu

interwencje mające na celu niwelowanie lęku przed matematyką są ściśle powiązane albo z zaleceniami dotyczącymi zmniejszenia lęku bezpośrednio przed wykonaniem zadań matematycznych, bądź też z organizacją zajęć edukacyjnych w taki sposób, aby zminimalizować pojawienie się negatywnych emocji (Szczygieł i Lipińska, 2025).

2. CELE I STRATEGIA PRZEGLĄDU BADAŃ

Celem niniejszego przeglądu jest przedstawienie wybranych interwencji ukierunkowanych na obniżenie poziomu lęku przed matematyką. Są nimi reinterpretacja poznawcza pobudzenia fizjologicznego, ekspresyjne pisanie, ćwiczenia relaksacyjne (obejmujące techniki oddechowe i mindfulness) oraz systematyczna desensytyzacja. Interwencje te są często opisywane jako skuteczne, choć większość cytowań na temat ich skuteczności dotyczy pojedynczych wyników badań. Z tego względu każdej z tych interwencji poświęcono oddzielną część artykułu, w której najpierw przedstawiono opis interwencji (wybór badania stosującego daną interwencję został dokonany na podstawie pierwszeństwa publikacji i częstości cytowań danego badania), postulowany mechanizm jej działania, a następnie wyniki badań empirycznych wskazujących, czy dana metoda była oceniana jako skuteczna w innych przeprowadzonych z jej wykorzystaniem badaniach naukowych. W każdej sekcji uwzględniono również analizę czynników, które mogą odpowiadać za rozbieżności w uzyskiwanych wynikach, takich jak różnice w populacji badanych, konstrukcji interwencji czy kontekście jej stosowania. Wybór tekstów, na podstawie których przeanalizowano skuteczność każdej z interwencji, został dokonany w sposób systematyczny, zgodnie z opisaną poniżej metodologią.

Wyszukiwanie literatury przeprowadzono w bazie EBSCO oraz Google Scholar (20 stron). Nie stosowano ograniczeń czasowych ukazania się publikacji. Zastosowano następujące kryteria wyłączenia prac: prace nie były anglojęzyczne, nie były recenzowane, nie były tematycznie zgodne z przedmiotem przeglądu, w przypadku systematycznej desensytyzacji nie uwzględniano prac, które nie zawierały elementów relaksacji połączonej ze zbliżaniem się do awersyjnego obiektu, nie zawierały opisu interwencji eksperymentalnych, zawierały opisy studiów przypadku, błędnie przedstawiały wyniki jako istotne mimo braku statystycznej istotności, przyjęły wyższy poziom wartości α niż 0,05. Proces wyszukiwania literatury oraz oceny kwalifikowalności publikacji do przeglądu był prowadzony równolegle przez obie autorki. W przypadku rozbieżnych ocen decyzję o uwzględnieniu danej pracy podejmowano wspólnie w drodze dyskusji. Wszystkie prace uwzględnione w przeglądzie zostały opisane szczegółowo w Aneksie. W Tabeli 1 znajduje się podsumowanie strategii włączania publikacji do przeglądu.

Tabela 1 Podsumowanie metody identyfikacji prac włączonych do przeglądu

Rodzaj interwencji	Słowa kluczowe	Zidentyfikowana liczba publikacji w EBSCO	Zidentyfikowana liczba publikacji w Google Scholar	Ostateczna liczba publikacji włączonych do przeglądu
Reinterpretacja poznawcza	(math anxiety or mathematics anxiety) AND cognitive reappraisal	5	197	5
Ekspresyjne pisanie	(math anxiety or mathematics anxiety) AND expressive writing	7	197	6
Techniki relaksacyjne: ćwiczenia oddechowe i mindfulness	(math anxiety or mathematics anxiety) AND (breathing or mindfulness)	29	196	6
Systematyczna desensytyzacja	(math anxiety or mathematics anxiety) AND systematic desensitization	9	188	7

Źródło: opracowanie własne

3. REINTERPRETACJA POZNAWCZA POBUDZENIA FIZJOLOGICZNEGO

Badania nad reinterpretacją poznawczą pobudzenia fizjologicznego koncentrują się na tym, w jaki sposób postrzeganie i interpretowanie danej emocji lub sytuacji wpływa na reakcje emocjonalne, zachowanie oraz osiągane rezultaty. Reinterpretacja polega na świadomej zmianie znaczenia przypisywanego określonym emocjom lub sytuacjom – na przykład poprzez uznanie lęku nie za coś negatywnego, lecz za naturalną i potencjalnie użyteczną reakcję organizmu (Willner i in., 2022).

Jednym z pierwszych i najczęściej cytowanych badań nad skutecznością stosowania reinterpretacji poznawczej pobudzenia fizjologicznego w edukacji przeprowadził zespół Jamieson i in. (2010). Jamieson i in. (2010) sprawdzili, jakie znaczenie ma interpretacja pobudzenia fizjologicznego dla wyników uzyskanych przez studentów przygotowujących się do egzaminów końcowych z matematyki i języka. Grupy eksperymentalna i kontrolna zostały poinformowane, że celem badania jest sprawdzenie, w jakim stopniu pobudzenie fizjologiczne wiąże się z poziomem wykonania zadań oraz że normalnym uczuciem pojawiającym się w sytuacji testowej jest lęk. Grupa eksperymentalna została dodatkowo poinformowana, że pobudzenie fizjologiczne często niesłusznie kojarzone jest z niskim wykonaniem zadań, ponieważ ostatnie doniesienia badawcze wskazują na coś przeciwnego: pobudzenie fizjologiczne nie szkodzi, a nawet pomaga w osiągnięciu lepszych rezultatów w teście. Dlatego podczas wykonywania zadań nie należy koncentrować się na odczuwanym lęku, a jeśli się go doświadczy, należy przypomnieć sobie, że takie uczucie może być pomocne w osiągnięciu lepszych wyników. Grupa kontrolna nie otrzymała żadnej dodatkowej informacji na temat pozytywnego znaczenia pobudzenia. Następnie osoby badane przystępowały do wykonania zadań matematycznych i językowych. Forma testu i jego procedura przypominały rzeczywistą sytuację testową. Okazało się, że osoby, które otrzymały informację o tym, że pobudzenie pomaga w osiąganiu dobrych wyników w teście, uzyskały wyższy wynik w porównaniu do osób, które takiej informacji nie otrzymały, a efekt ten nie ograniczał się tylko do badania laboratoryjnego. Wyniki uczestników badania z grupy kontrolnej były niższe niż osób z grupy eksperymentalnej także w przypadku wyniku w rzeczywistym egzaminie matematycznym. Zaobserwowano znaczące efekty manipulacji w obszarze wykonania zadań matematycznych, natomiast nie zaobserwowano takich różnic w egzaminie językowym. Badacze tłumaczą te wyniki tym, że w przypadku zadań matematycznych, w przeciwieństwie do procesów zaangażowanych w czytanie, główną rolę odgrywają funkcje wykonawcze (odpowiedzialne za kontrolę uwagi, hamowanie narzucającej się reakcji, elastyczność poznawczą, czyli zdolność do działania zgodnego z wymaganiami środowiska, pamięć roboczą odpowiedzialną za przechowywanie i przetwarzanie informacji oraz planowanie; Clark i in., 2013), a znaczenie interpretacji pobudzenia w odniesieniu do sprawności funkcji wykonawczych zaobserwowano w wielu badaniach (Marko i Riečanský, 2018; Pessoa, 2009).

Wniosek z badań jest taki, że zachęcenie osób stojących w obliczu egzaminu z matematyki do interpretacji swojego pobudzenia nie w kategoriach zagrożenia, ale w kategoriach wyzwania, może przynieść pozytywny efekt dla osiąganych przez nich wyników. Osoby przystępujące do testu mogą odczuwać wzrost pobudzenia fizjologicznego, który można zinterpretować jako poczucie lęku i zagrożenia, czyli stan negatywnie wpływający na poziom wykonania zadań (Cassaday i Johnson, 2002), ale także jako gotowość organizmu do działania oraz stan mobilizacji i ekscytacji związany z nadchodzącym wyzwaniem (Jamieson i in., 2010). Ustalenia te mają potwierdzenie w badaniach dotyczących związku pobudzenia fizjologicznego z reakcją działania układu współczulnego. Wzrost aktywności układu współczulnego jest powiązany z dwoma odmiennymi stanami motywacyjnymi: wyzwania i zagrożenia. Interpretacja pobudzenia jako wyzwania prowadzi do wzrostu efektywności w wykonaniu zadań, natomiast interpretacja pobudzenia jako zagrożenia – do spadku skuteczności działania (Jamieson i in., 2010). Osoby z grupy eksperymentalnej w badaniu Jamiesona i in. (2010) uzyskały wyższe wyniki w egzaminie z matematyki oraz odznaczały się w badaniu laboratoryjnym podwyższonym poziomem katecholamin, które są powiązane z reakcją stresową i przygotowaniem organizmu na reakcję w postaci walki lub ucieczki. Ustalenia te należy jednak odnieść do specyfiki sytuacji. Jeśli zadanie przekracza możliwości poznawcze uczniów, może być odbierane jako zagrażające, natomiast jeśli ich zasoby przewyższają stawiane im wymagania, może być postrzegane jako wyzwanie. Badacze wskazują, że jeżeli uczniowie interpretują uwagi nauczyciela jako konstruktywne i umożliwiające poprawę, a nie jako drwinę, która zagraża ich poczuciu własnej wartości, to mogą lepiej poradzić sobie z wykonaniem zadania (Jamieson i in., 2010). Reinterpretacja poziomu pobudzenia nie pomoże w radzeniu sobie z konsekwencjami wynikającymi z unikania matematyki, ale może pomóc w radzeniu sobie z emocjami tuż przed wykonaniem zadania. Poznawcza ocena własnych emocji może sprawić, że stres postrzegany jako bodziec negatywny zacznie być traktowany jako bodziec pozytywny (Jamieson i in., 2010, 2012, 2013). Jest tak, ponieważ mechanizm działania reinterpretacji pobudzenia łączy reakcje w obszarze fizjologicznym, uwagowym i behawioralnym. Efektem reinterpretacji lęku jest złagodzenie negatywnego afektu, adaptacyjna reakcja fizjologiczna, zmniejszona wrażliwość na zagrażające sygnały i poprawa wykonania zadania (Jamieson i in., 2010).

Rozważając zastosowanie działań opartych na reinterpretacji poznawczej pobudzenia w klasie szkolnej, należy uwzględnić ograniczenia opisywanej interwencji. Schemat badania zastosowany przez Jamieson i in. (2010) nie obejmował klasycznej grupy kontrolnej, a uczestnicy z tzw. aktywnej grupy kontrolnej otrzymali informację, która mogła zaktywizować lęk, ponieważ odnosiła się do faktu, że w sytuacji testowej naturalnie pojawia się uczucie niepokoju. Mimo to autorzy, na podstawie uzyskanych wyników z testu matematycznego, wyciągają wniosek o redukcji lęku przed matematyką, choć nie dokonano jego bezpośredniego pomiaru ani nie kontrolowano innych istotnych zmiennych, jak ogólny poziom lęku (cechy/stanu) czy lęk egzaminacyjny.

Wyniki innych badań, które również nie uwzględniały zmiennych ubocznych, sugerują, że interwencje oparte na reinterpretacji pobudzenia fizjologicznego mogą prowadzić do poprawy wyników z matematyki (Jamieson i in., 2016; Pizzie i in., 2020, 2021). Istnieją jednak też badania, które wskazują na brak skuteczności tego typu działań (Ganley i in., 2021). Co istotne, tylko nieliczne badania sprawdzały, czy reinterpretacja pobudzenia fizjologicznego rzeczywiście łagodzi lęk przed matematyką. W dwóch z nich nie analizowano bezpośrednio efektu redukcji lęku (Jamieson i in., 2020; Pizzie i in., 2020), natomiast inne dostarczają niejednoznacznych wyników – od wskazania skuteczności interwencji (Pizzie i in., 2020), przez częściową skuteczność (Jamieson i in., 2016), aż po jej nieskuteczność (Ganley i in., 2021). Można przypuszczać, że dla uzyskanych rezultatów ma znaczenie rodzaj lęku przed matematyką: interwencja wydaje się być skuteczna, gdy dotyczy łagodzenia lęku przed byciem testowanym, ale nie wtedy, gdy uwzględnia lęk przed uczeniem się matematyki. Przetoczone wyniki badań odnoszą się do zróżnicowanych metodologicznie interwencji, co utrudnia ich porównanie oraz identyfikację czynników wyjaśniających rozbieżności w wynikach (zob. Tabela 2). Jednocześnie, biorąc pod uwagę zakres wiekowy uczestników opisanych interwencji, można rekomendować prowadzenie dalszych badań naukowych nad skutecznością reinterpretacji poznawczej w środowisku uczniów. Warto również zaznaczyć, że wyniki metaanalizy przeprowadzonej poza obszarem lęku przed matematyką wykazały, iż interwencje oparte na reinterpretacji pobudzenia fizjologicznego prowadzą do niewielkiej, ale istotnej statystycznie, poprawy wyników w zadaniach wykonywanych w warunkach stresu (Bosshard i Gomez, 2024).

Tabela 2 Podsumowanie interwencji polegających na reinterpretacji poznawczej

Autorzy	Próba	Rodzaj lęku przed matematyką	Warunki eksperymentu	Zmienne kontrolowane w analizie statystycznej	Skuteczność: redukcja lęku przed matematyką	Skuteczność: poprawa wyników matematycznych
Jamieson i in. (2010)	60 studentów	brak pomiaru	grupy eksperymentalna i aktywna kontrolna	brak informacji	nie sprawdzano	interwencja skuteczna
Jamieson i in. (2016)	93 studentów	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupy eksperymentalna i aktywna kontrolna	brak informacji	interwencja częściowo skuteczna: spadek lęku przed byciem testowanym, ale nie przed uczeniem się matematyki	interwencja skuteczna
Pizzie i in. (2020)	74 młode osoby (nastolatki i młodzi dorośli)	lęk-cecha; lęk przed byciem testowanym	pomiar powtarzany: warunek eksperymentalny i warunek kontrolny	brak informacji	interwencja skuteczna	interwencja skuteczna
Pizzie i Kraemer (2021)	52 studentów	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	pomiar powtarzany: dwa warunki eksperymentalne, warunek kontrolny	brak informacji	nie sprawdzano	interwencja skuteczna
Ganley i in. (2021)	300 studentów	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupy eksperymentalne i kontrolna	brak informacji	interwencja nieskuteczna	interwencja nieskuteczna

Źródło: opracowanie własne

4. EKSPRESYJNE PISANIE

Ekspresyjne pisanie to forma pisemnej ekspresji emocji, która polega na swobodnym opisywaniu własnych przeżyć, myśli i uczuć, zwłaszcza tych trudnych lub stresujących. Ten rodzaj pisania nie skupia się na stylu, poprawności językowej czy strukturze tekstu, jego celem jest szczerość wobec samego siebie (Pennebaker, 1997).

Jednym z pierwszych badań, w którym zastosowano technikę ekspresyjnego pisania w celu sprawdzenia jej skuteczności w zmniejszaniu lęku przed matematyką, było badanie Park i in. (2014). Zostało ono przeprowadzone wśród osób o niskim i wysokim poziomie lęku przed matematyką tuż przed nadchodzącym testem matematycznym i językowym. Osoby z grupy eksperymentalnej zostały poproszone o szczere zapisywanie własnych myśli i uczuć związanych z nadchodzącym testem na kartce papieru przez około 7 minut. Do osób z grupy kontrolnej nie kierowano specjalnych instrukcji, osoby te poproszono jedynie, aby spokojnie poczekały na test (czas oczekiwania wyniósł 7 minut). Park i in. (2014) zaobserwowali, że w grupie kontrolnej osoby o wysokim poziomie lęku przed matematyką znacząco gorzej wypadały w teście matematycznym w porównaniu z osobami o niskim poziomie tego lęku. W grupie eksperymentalnej różnica między osobami o niskim i wysokim natężeniu tego lęku była istotnie statystycznie mniejsza niż w grupie kontrolnej. Na tej podstawie badacze wyciągnęli wniosek, że ekspresyjne pisanie o emocjach i myślach związanych z testem matematycznym może obniżyć poziom lęku przed matematyką i poprawiać wyniki u osób o wysokim poziomie tego lęku. Autorzy badania podkreślają, że kluczowe znaczenie dla skuteczności tej metody ma pisanie ekspresyjne na temat spraw ważnych, angażujących i emocjonalnie obciążających.

Dlaczego ekspresyjne pisanie może być skuteczne w redukowaniu różnicy w poziomie wykonania zadań matematycznych między osobami o niskim i wysokim poziomie lęku przed matematyką? Osoby z wysokim poziomem tego lęku wykonują angażujące zasoby pamięci roboczej zadania matematyczne gorzej niż osoby charakteryzujące się jego niskim poziomem (Ashcraft i Kirk, 2001). Park i in. (2014) są zdania, że ekspresyjne pisanie zmniejsza prawdopodobieństwo obciążenia zasobów poznawczych przez dokuczliwe myśli dotyczące nadchodzącego testu. Badacze ci na potwierdzenie swojej tezy podają dodatkowe informacje na temat wyników swojego badania. Okazało się, że osoby odznaczające się silnym lękiem, które używały w swoich tekstach więcej słów opisujących negatywne emocje, w porównaniu do osób używających mniejszej liczby takich słów, uzyskały wyższe wyniki w zadaniach matematycznych o najwyższym poziomie złożoności. Ekspresyjne pisanie zmniejsza uciążliwe myśli, ruminacje i pozwala uwolnić zasoby poznawcze. Tym samym osoby, które oczekują na test, mogą w lepszym stopniu zrozumieć własne doświadczenie emocjonalne oraz zastosować bardziej efektywne strategie regulujące je (Park i in., 2014).

Ramirez i Beilock (2011) uważają, że ekspresyjne pisanie, podobnie jak reinterpretacja pobudzenia fizjologicznego, pozwala potraktować sytuację testową jako wyzwanie, a nie jak zagrożenie. Na potwierdzenie tego stanowiska przedstawiają wyniki badań nad znaczeniem reinterpretacji pobudzenia w trakcie ekspresyjnego pisania. Studenci o wysokim poziomie lęku przed byciem testowanym, którzy wykonywali zadanie ekspresyjnego pisania i przygotowali teksty charakteryzujące się znaczną liczbą myśli postrzegających test jako wyzwanie, a nie zagrożenie, osiągnęli lepsze wyniki w teście w porównaniu do studentów w mniejszym stopniu traktujących test jako wyzwanie. Kolejnych argumentów na rzecz znaczenia reinterpretacji dostarczają wyniki badań Lyonsa i Beilock (2012), którzy wykorzystali obrazowanie mózgu (fMRI) w celu określenia neuronalnego podłoża lęku przed matematyką. Osoby badane przed pojawieniem się zadań matematycznych lub językowych otrzymywały wskazówkę z informacją o tym, jaki rodzaj problemu zostanie przedstawiony. Jednym z najciekawszych odkryć było ustalenie, że wśród osób o wysokim poziomie lęku przed matematyką następował wzrost aktywności w obszarach czołowo-ciemiennych – odpowiedzialnych za kontrolę i reinterpretację negatywnych emocji (lęku i zmartwień; Ochsner i in., 2004). Uzyskane rezultaty sugerują, że osoby o wysokim poziomie lęku, które były bardziej skłonne do reinterpretacji nadchodzącego testu jako wyzwania niż jako zagrożenia, były zdolne lepiej kontrolować własny lęk podczas wykonywania zadań i lepiej radzić sobie z zadaniami matematycznymi.

Park i in. (2014) na podstawie przeprowadzonej interwencji wnioskuje, że ekspresyjne pisanie jest skuteczną metodą redukcji lęku przed matematyką, należy jednak zaznaczyć, że autorzy nie sprawdzali zmian w poziomie lęku przed matematyką, tylko sprawdzali różnicę w poziomie wykonania zadań matematycznych w grupie osób o niskim i wysokim poziomie lęku przed matematyką jako cechy. Choć w procedurze badawczej kontrolowano lęk egzaminacyjny, nie uwzględniono aktywnej grupy kontrolnej, która pisałaby o sprawach ważnych, ale niezwiązanych z matematyką. To niedociągnięcie metodologiczne sprawia, że trudno wnioskować, na ile specyficzne jest działanie ekspresyjnego pisania dla lęku przed matematyką i poziomu wykonania zadań matematycznych, a na ile interwencja jest uniwersalna niezależnie od dziedziny.

Interwencja ekspresyjnego pisania w zakresie lęku przed matematyką i poziomu wykonania zadań matematycznych była testowana w innych badaniach (zob. Tabela 3), w których uwzględniono aktywną grupę kontrolną (Hines i in., 2016; Ruark i in., 2021) lub nie (Ganley i in., 2021), wcale nie uwzględniono aktywnej lub pasywnej grupy kontrolnej (Brewster i Miller, 2022) albo uwzględniono aktywną i pasywną grupę kontrolną (Scheibe i in., 2022). Wyniki badań Hines i in. (2016) wskazują, że interwencja była skuteczna w zakresie redukcji lęku przed matematyką, ale spadek lęku przed matematyką nastąpił zarówno w grupie eksperymentalnej, jak i aktywnej grupie kontrolnej. W przypadku badań przeprowadzonych przez Ganley i in. (2021) interwencja przyniosła efekt odwrotny od spodziewanego: po wykonaniu zadań matematycznych odnotowano większy poziom lęku jako stanu w grupie poddanej interwencji ekspresyjnego pisania w porównaniu do grupy kontrolnej. W pozostałych badaniach nie potwierdzono redukcji lęku przed matematyką w zakresie ekspresyjnego pisania (Brewster i Miller, 2022;

Ruark, 2021; Scheibe i in., 2022). Skuteczność ekspresyjnego pisanie w poprawie wyników zadań matematycznych, wykazana w badaniach Park i in. (2014) nie została potwierdzona (Ganley i in., 2021; Scheibe i in., 2022) lub nie sprawdzano, czy taka zmiana zaszła (Hines i in., 2016; Ruark, 2021). Choć praca Park i in. (2014) jest bardzo często cytowana w ramach zaleceń odnośnie łagodzenia lęku przed matematyką oraz poprawy osiągnięć matematycznych, wydaje się, że ekspresyjne pisanie jako interwencja w obszarze edukacji matematycznej wymaga dalszych badań.

Wśród czynników, które mogą decydować o skuteczności interwencji ekspresyjnego pisanie w kontekście lęku przed matematyką, najczęściej wymienia się typ lęku (czy jest on traktowany jako cecha czy jako stan) oraz czas trwania interwencji. Lęk jako cecha odnosi się do względnie stałej tendencji jednostki do odczuwania niepokoju w sytuacjach związanych z matematyką, podczas gdy lęk jako stan ma charakter chwilowy, sytuacyjny i może podlegać większym zmianom w krótszym czasie. Większość dotychczasowych badań nad ekspresyjnym pisanie koncentrowała się na osobach z wysokim poziomem lęku przed matematyką traktowanego jako cecha, co może tłumaczyć ograniczoną skuteczność interwencji: cechy są trudne do modyfikacji przy użyciu krótkoterminowych metod. Tymczasem ekspresyjne pisanie może mieć większy potencjał w redukcji lęku sytuacyjnego, szczególnie gdy jego natężenie znacząco wpływa na wyniki osiągane przez uczniów w testach matematycznych. W związku z tym zasadna wydaje się potrzeba różnicowania interwencji w zależności od dominującego typu lęku oraz dostosowania czasu trwania sesji do indywidualnych potrzeb uczniów i ich poziomu rozwoju. Wyniki poprzednich badań w zakresie czasu trwania interwencji ukierunkowanych na ekspresyjne pisanie wskazują na efektywność sesji trwających od 2 do 15 minut, szczególnie w grupach starszych uczniów (Burton i King, 2008; Hines i in., 2016; Huang i Mayer, 2016; Park i in., 2014), co sugeruje konieczność dalszych badań nad optymalnym czasem interwencji w różnych, szczególnie młodszych, grupach wiekowych. Warto również podkreślić, że wyniki metaanalizy wykazały, iż ekspresyjne pisanie, poza obszarem lęku przed matematyką, przynosi niewielką, ale istotną statystycznie poprawę w zakresie dobrostanu emocjonalnego, zachowania, funkcjonowania społecznego oraz uczestnictwa w szkole u młodzieży (Travagin i in., 2015).

Tabela 3 Podsumowanie interwencji polegających na ekspresyjnym pisanie

Autorzy	Próba	Rodzaj lęku przed matematyką	Warunki eksperymentu	Zmienne kontrolowane w analizie statystycznej	Skuteczność: redukcja lęku przed matematyką	Skuteczność: poprawa wyników matematycznych
Park i in. (2014)	80 studentów	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupa eksperymentalna i kontrolna	lęk egzaminacyjny	nie sprawdzano	interwencja częściowo skuteczna: zmniejszenie różnicy w poziomie wykonania zadań matematycznych między osobami o niskim i wysokim poziomie lęku przed matematyką; nie zaobserwowano takiej zmiany wśród osób o niskim poziomie lęku przed matematyką
Hines i in. (2016)	93 uczniów klas 9-12, którzy nie zdali testu matematycznego Virginia Standards of Learning	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupa eksperymentalna i aktywna grupa kontrolna	brak informacji	interwencja skuteczna, ale spadek lęku przed matematyką nastąpił w obu grupach	nie sprawdzano
Ganley i in. (2021)	300 studentów	lęk-cecha; łącznie lęk przed uczeniem się i byciem testowanym; (lęk-stan, pomiar dokonywany po zadaniach matematycznych)	grupa eksperymentalna i kontrolna	brak informacji	interwencja nieskuteczna w zakresie lęku przed matematyką-cechy; (interwencja przyniosła efekt odwrotny do oczekiwanego: nastąpiło zwiększenie poziomu lęku jako stanu)	interwencja nieskuteczna
Ruark (2021)	40 uczniów siódmej klasy	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupa eksperymentalna i aktywna grupa kontrolna	brak informacji	interwencja nieskuteczna	nie sprawdzano
Brewster i Miller (2022)	27 przyszłych nauczycieli edukacji przedszkolnej i podstawowej (do 6 klasy)	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	trzy grupy eksperymentalne	brak informacji	interwencja nieskuteczna	nie sprawdzano
Scheibe i in. (2022)	168 studentów	lęk-stan; ogólny poziom lęku przed matematyką mierzony w sytuacji bycia testowanym	dwie grupy eksperymentalne, grupa kontrolna, grupa aktywna kontrolna	pamięć robocza, poziom wykonania zadań matematycznych i lęku przed matematyką w preteście	interwencja nieskuteczna	interwencja nieskuteczna

Źródło: opracowanie własne

5. TECHNIKI RELAKSACYJNE: ĆWICZENIA ODDECHOWE I MINDFULNESS

Techniki relaksacyjne, takie jak ćwiczenia oddechowe i mindfulness, są coraz częściej omawiane w kontekście ich potencjalnego zastosowania w środowisku edukacyjnym. Ćwiczenia oddechowe polegają na świadomej regulacji oddechu, podczas gdy mindfulness to praktyka uważności, polegająca na kierowaniu uwagi na bieżące doświadczenia w sposób świadomy i nieoceniający. W kontekście rosnącego zainteresowania wykorzystaniem technik relaksacyjnych w edukacji, podejmowane są także próby empirycznego zbadania ich wpływu na emocjonalne funkcjonowanie uczniów w trakcie wykonywania stresujących zadań (Zhihong i in., 2018).

Jednym z najczęściej przywoływanych badań w kontekście zastosowania technik relaksacyjnych w celu sprawdzenia ich skuteczności w zmniejszaniu lęku przed matematyką jest badanie Brunyé i in. (2013). Badacze sprawdzali efektywność czterech krótkich interwencji mających na celu obniżenie poziomu lęku przed matematyką u osób przystępujących do testu arytmetycznego z presją czasową. Brunyé i in. (2013) uwzględnili trzy rodzaje ćwiczeń oddechowych (trwających 15 minut) w warunkach: sprzyjających skupieniu uwagi, braku koncentracji lub zamartwiania się oraz jedną formę manipulacji poprzez doustne podanie 0 mg lub 200 mg l-teaniny (naturalnie występujący aminokwas, który najczęściej można znaleźć w liściach herbaty, zwłaszcza w zielonej herbacie).

Instrukcja w ćwiczeniach koncentracji uwagi wspomagała skupianie się na doznaniach oddechowych (wdech i wydech) oraz eliminowanie myśli z nimi niezwiązanych. Badacze zakładali, że ćwiczenia oddechowe (mindfulness; trening uważności) pomogą utrzymać koncentrację na nadchodzącym teście, co wynika z wcześniejszych badań wskazujących na skuteczność treningu uważności w poprawie wykonania zadań angażujących uwagę (Kozhevnikov i in., 2009; Lutz i in., 2008). W warunku braku koncentracji uczestnicy byli zachęcani do podążania za swoimi myślami (strumieniem świadomości) bez skupiania uwagi na niczym konkretnym. Zgodnie z założeniem badaczy, tego typu ćwiczenie może skłaniać osoby badane do ruminacji (powtarzające się, uporczywe myśli) na temat nadchodzącego testu arytmetycznego oraz wzrostu własnego lęku powiązanego z tą sytuacją. W ostatnim warunku badania proszono osoby badane o odpowiedź na pytania wzbudzające lęk, dotyczące własnego zdrowia (np. możliwości zachorowania na raka), problemów środowiska (np. globalnego ocieplenia), problemów społecznych (np. utraty przyjaciół), finansów (np. konieczności spłaty pożyczki) i kryzysów międzynarodowych (np. terroryzmu). W instrukcji pojawiała się prośba o poważne i głębokie przemyślenie poszczególnych tematów w odniesieniu do własnego życia lub życia najbliższych osób. Badacze zakładali, że wzbudzenie zagrażających myśli przełoży się na poziom lęku w trakcie wykonywania nadchodzących zadań arytmetycznych. Wśród hipotez badacze postawili także założenie, że spożycie l-teaniny spowoduje spadek stanu pobudzenia fizjologicznego oraz pozwoli uwolnić zasoby poznawcze w celu wykonania zadania arytmetycznego. Założenie to zostało sformułowane na podstawie dotychczasowych badań dotyczących znaczenia l-teaniny w redukcji stresu psychologicznego i fizjologicznego (Haskell i in., 2008).

Badanie obejmowało siedem sesji oddzielonych co najmniej dwudniową przerwą. Podczas pierwszej sesji uczestnicy wypełniali testy mierzące lęk przed matematyką, zdolność koncentracji, pamięć roboczą, nastrój oraz wykonywali zadania arytmetyczne. Kolejne sesje obejmowały: test nastroju, spożycie 200 mg l-teaniny lub placebo, 35-minutową przerwę, test nastroju, ćwiczenia oddechowe (15 minut), test nastroju, zadania arytmetyczne oraz ponownie test nastroju. Analiza uwzględniła również wyniki zewnętrznego testu umiejętności matematycznych i językowych. Wyniki testu nastroju wskazały największy odczuwany spokój po ćwiczeniach oddechowych w warunku skoncentrowanej uwagi, następnie w warunku braku koncentracji, a na końcu w warunku wzbudzania zagrażających myśli, co potwierdziło hipotezy autorów. Spożycie l-teaniny nie obniżyło lęku, co jest zgodne z wcześniejszymi badaniami (Lu i in., 2004). W matematyce zaobserwowano podobny trend, a osoby z wysokim lękiem, które wykonały ćwiczenia oddechowe przed testem, poprawiły dokładność obliczeń, lecz nie osiągnęły wyników porównywalnych z grupą niskolękową.

Badacze uzyskali wyniki wskazujące, że uczestnicy z wyższym poziomem lęku przed matematyką, którzy wykonywali zadania oddechowe służące koncentracji tuż przed zadaniem arytmetycznym, osiągnęli wzrost dokładności o 9% w porównaniu do warunku, w którym skupiali się na negatywnych sytuacjach, oraz wzrost o 6% w porównaniu do ćwiczenia oddechowego bez koncentracji uwagi. Dzięki temu zbliżyli się do poziomu wykonania zadań arytmetycznych osób z niskim poziomem lęku, ale różnica między grupami wyniosła około 8% na niekorzyść osób z wysokim lękiem przed matematyką. Uzyskane wyniki sugerują, że ćwiczenia oddechowe sprzyjające koncentracji uwagi są najskuteczniejszą techniką niwelującą negatywne skutki lęku przed matematyką w zakresie wykonania zadań matematycznych. Podobnie jak w przypadku reinterpretacji pobudzenia fizjologicznego, ćwiczenia oddechowe nie wpłynęły na wyniki części językowej testu. Trening uważności pomaga uwolnić zasoby poznawcze niezbędne do kontrolowania uwagi podczas zadań arytmetycznych z presją czasową, ale nie dotyczy to zadań językowych.

Wyniki te są zgodne z teorią kontroli uwagowej zaproponowaną przez Eysencka i in. (2007). Brunyé i in. (2013) konkludują, że uzyskane przez nich rezultaty świadczą o dużej roli mechanizmów uwagowych zaangażowanych w regulację negatywnych stanów emocjonalnych, które prowadzą do wykonania zadań poniżej możliwości poznawczych jednostek. Regulacja emocji, a szczególnie lęku, wymaga zaangażowania tych samych sieci neuronowych, które odpowiadają za efektywność procesów kontrolujących uwagę (Ochsner i Gross, 2005). Równocześnie wyniki tych badań sugerują, że u osób o wysokim poziomie lęku przed matematyką część zasobów poznawczych jest zaangażowana w radzenie sobie z intruzywnymi myślami i zmartwieniami, a to prowadzi do spadku wykonania zadań matematycznych (Ashcraft, 2002). Różnice w poziomie zdolności kontroli uwagowej

podczas wykonywania zadań pozwalają przewidzieć szybkość i dokładność podczas rozwiązywania problemów arytmetycznych (Brunyé i in., 2013), w szczególności wtedy, gdy wykonywane zadania są na czas (Faust i in., 1996) oraz gdy są złożone (wymagają przenoszenia, śledzenia, aktualizowania informacji), a więc niezbędne jest zaangażowanie pamięci roboczej (Ashcraft i Krause, 2007; Hitch, 1978).

Autorzy badania podkreślają, że krótki czas treningu pozwala osiągnąć korzyści porównywalne z wielotygodniowymi treningami, które są bardziej obciążające organizacyjnie i czasowo (Brunyé i in., 2013). Mimo pozytywnych efektów treningu uważności różnica w wykonaniu zadań arytmetycznych między osobami o wysokim i niskim lęku przed matematyką nadal istniała na niekorzyść osób z silniejszym lękiem. Badanie przeprowadzono wśród studentów, więc konieczne jest sprawdzenie skuteczności tej interwencji w innych grupach wiekowych.

Badania nad skutecznością relaksacji w zmniejszaniu lęku przed matematyką lub poprawie osiągnięć matematycznych kontynuowane były przez innych badaczy (zob. Tabela 4). Choć Brunyé i in. (2013) nie sprawdzali bezpośrednio wpływu interwencji na poziom lęku przed matematyką, wyniki innych badań w większości sugerują pozytywne efekty interwencji relaksacyjnych. Badania Samuela i Warnera (2019), Samuela i in. (2022), Nzeadie i in. (2023) oraz Hladký i in. (2025) wykazały skuteczność interwencji w obniżaniu lęku przed matematyką, choć w przypadku tego ostatniego badania efekt był widoczny wyłącznie dla lęku-stanu, a nie lęku-cechy. Collingwood i Dewey (2018) stwierdzili brak skuteczności w zakresie łagodzenia lęku. Jeśli chodzi o wpływ relaksacji na wyniki matematyczne, wyniki są mniej jednoznaczne. Poza badaniem przeprowadzonym przez Brunyé i in. (2013) tylko badanie Collingwood i Dewey (2018) wykazało poprawę wyników matematycznych w grupach poddanych interwencji, przy czym u Brunyé i in. (2013) efekt ten dotyczył wyłącznie uczestników z wysokim poziomem lęku wykonujących ćwiczenia skoncentrowanego oddychania. Pozostałe badania albo nie wykazały skuteczności w tym zakresie (Hladký i in., 2025; Samuel i in., 2022), albo nie mierzyły osiągnięć matematycznych (Nzeadie i in., 2023; Samuela i Warnera, 2019).

Podsumowując, techniki relaksacyjne mogą stanowić użyteczne narzędzie w redukcji lęku przed matematyką, szczególnie w jego komponencie sytuacyjnym, jednak ich wpływ na poprawę wyników matematycznych pozostaje niejednoznaczny. Kluczowe w planowaniu dalszych badań wydaje się uwzględnienie charakterystyki uczestników, w tym m.in. wieku oraz konstrukcji i warunków przeprowadzania interwencji. Wiek może odgrywać istotną rolę, ponieważ poziom lęku przed matematyką często wzrasta wraz z kolejnymi etapami edukacji – u starszych uczniów i studentów może być on wyższy i bardziej utrwalony niż u dzieci, co może wpływać na skuteczność krótkoterminowych interwencji relaksacyjnych. W większości analizowanych badań brakowało aktywnej grupy kontrolnej, jak również kontroli istotnych zmiennych ubocznych, takich jak ogólny poziom lęku, lęk egzaminacyjny czy wcześniejsze osiągnięcia matematyczne, co zmniejsza konkluzyność uzyskanych wyników. Nie jest bowiem jasne, w jakim stopniu zastosowane techniki relaksacyjne są specyficzne dla kontekstu edukacji matematycznej. Wiadomo, że wyniki metaanalizy przeprowadzonej poza tematyką lęku przed matematyką wskazują, że trening relaksacyjny cechuje się umiarkowanie dużą skutecznością w redukcji lęku (Manzoni i in., 2008).

Tabela 4 Podsumowanie interwencji polegających na relaksacji

Autorzy	Próba	Rodzaj lęku przed matematyką	Warunki eksperymentu	Zmienne kontrolowane w analizie statystycznej	Skuteczność: redukcja lęku przed matematyką	Skuteczność: poprawa wyników matematycznych
Brunyé i in. (2013)	36 studentów	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	cztery warunki eksperymentalne (3 rodzaje ćwiczeń oddechowych; podanie l-teaniny) i jeden kontrolny (brak l-teaniny)	brak informacji	nie sprawdzano	interwencja częściowo skuteczna: badani z wysokim poziomem lęku przed matematyką, którzy wykonali zadanie skoncentrowanego oddychania tuż przed testem z matematyki, osiągnęli wzrost dokładności w wykonywaniu zadań matematycznych i ich wyniki z tego testu zbliżyły się do wyników grupy nisko lękowej
Collingwood i Dewey (2018)	144 uczniów klasy czwartej	lęk-cecha i lęk-stan; lęk przed matematyką w obszarze somatycznym, poznawczym, związany z postawą wobec matematyki	grupa eksperymentalna i kontrolna	brak informacji	interwencja nieskuteczna	interwencja skuteczna
Samuel i Warner (2019)	Badanie 1: 40 studentów; Badanie 2: 16 studentów	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupa eksperymentalna i kontrolna	brak informacji	interwencja skuteczna	nie sprawdzano
Samuel i in. (2022)	157 studentów	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupa eksperymentalna i kontrolna	brak informacji	interwencja skuteczna	interwencja nieskuteczna
Nzeadie i in. (2023)	86 uczniów pierwszej klasy szkoły średniej	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupa eksperymentalna i kontrolna	brak informacji	interwencja skuteczna	nie sprawdzano
Hladký i in. (2025)	37 uczniów 8. i 9. klasy	lęk-cecha i lęk-stan; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupa eksperymentalna i kontrolna	brak informacji	lęk-cecha: interwencja nieskuteczna; lęk-stan: interwencja skuteczna	interwencja nieskuteczna

Źródło: opracowanie własne

6. SYSTEMATYCZNA DESENSYTYZACJA

Systematyczna desensytyzacja opiera się na stopniowej ekspozycji na sytuacje wywołujące niepokój, przy jednoczesnym stosowaniu technik relaksacyjnych (Ougrin, 2011). W kontekście poszukiwania skutecznych strategii, które łączą elementy relaksacji z koniecznością aktywnego uczenia się matematyki, niektórzy badacze i praktycy wskazują na zasadność wykorzystania tej metody jako sposobu na stopniowe oswajanie uczniów z lękotwórczymi aspektami edukacji matematycznej (Hem-bree, 1990).

Sheffield i Hunt (2007) opisują wyniki interwencji polegającej na systematycznej desensytyzacji, na które powołuje się wielu badaczy i praktyków. W swoim badaniu, przeprowadzonym w klasie szóstej, sprawdzili, czy zastosowanie tej techniki prowadzi do zmniejszenia lęku oraz czy ma to znaczenie dla poziomu wykonania zadań matematycznych. Procedura była następująca: najpierw uczniowie wypełniali kwestionariusz mierzący poziom lęku przed matematyką, a następnie otrzymywali zadania matematyczne. Tydzień później osoby badane zostały zaproszone do udziału w kolejnej części badania. Grupa eksperymentalna uczestniczyła w godzinnej sesji systematycznej desensytyzacji. Interwencja obejmowała relaksacyjne ćwiczenia oddechowe z wykorzystaniem oddechu przeponowego oraz pracę z wyobrażeniami, ukierunkowaną na obniżanie lęku przed matematyką. Celem systematycznej desensytyzacji jest stopniowa konfrontacja z wyobrażeniami wywołującymi lęk, aż do jego wygaszenia wobec określonego przedmiotu. Ekspozycji na coraz bardziej złożone zadania matematyczne towarzyszyły

ćwiczenia relaksacyjne. Uczestnicy badania proszeni zostali także o wykonywanie prezentowanych im ćwiczeń w domu. Grupa kontrolna nie uczestniczyła w interwencji, lecz brała udział w zajęciach polegających na grach klasowych. Tydzień oraz pięć tygodni po zakończeniu drugiej części badania uczniowie ponownie wypełniali kwestionariusze mierzące lęk przed matematyką oraz wykonywali zadania matematyczne. Wyniki badania wykazały, że w grupie eksperymentalnej odnotowano spadek lęku przed matematyką w porównaniu z pomiarem sprzed interwencji, podczas gdy w grupie kontrolnej nie zaobserwowano takich zmian. Dodatkowo, uczestnicy z grupy eksperymentalnej istotnie lepiej poradzili sobie z zadaniami matematycznymi niż w pierwszej części badania.

Przeprowadzona przez Hembreego (1990), prawie dwadzieścia lat wcześniej, metaanaliza przedstawiająca skuteczność strategii zmniejszania lęku przed matematyką oraz znaczenia obniżenia tego lęku w odniesieniu do wyników z zakresu matematyki zawierała interwencje poznawcze, behawioralne i poznawczo-behawioralne. Celem oddziaływań poznawczych było złagodzenie niepokoju i obaw związanych z matematyką poprzez udział w poradnictwie grupowym oraz zmianę myślenia na temat matematyki. Celem interwencji behawioralnych było złagodzenie emocji towarzyszących matematyce (uczucia lęku i reakcji nerwowych) za pomocą systematycznej desensytyzacji lub treningu relaksacyjnego. Natomiast interwencje poznawczo-behawioralne łączyły działania w obu paradygmatach. Systematyczna desensytyzacja, obejmująca trening zarządzania lękiem i warunkowanie reakcji hamowania lęku, często zawierająca elementy relaksacji, była najbardziej skuteczna w przypadku zmniejszania lęku przed matematyką (oraz poprawy wyników w zakresie matematyki). Natomiast sama technika relaksacji okazała się być nieskuteczna w przypadku łagodzenia lęku i wpływu na wyniki matematyczne. Oddziaływania poznawcze okazały się skuteczne w obniżeniu lęku przed matematyką oraz poprawie wyników w zadaniach matematycznych, pod warunkiem zmiany przekonań na temat matematyki i własnych umiejętności matematycznych. Natomiast udział w grupach dyskusyjnych nie spowodował zmiany w emocjonalnym nastawieniu osób odczuwających lęk ani w ich wynikach. Połączenie oddziaływań poznawczych i behawioralnych, obejmujące zmianę przekonań, systematyczną desensytyzację oraz trening relaksacyjny, przyniosło efekt w postaci obniżenia lęku przed matematyką oraz poprawy wyników w zadaniach matematycznych, porównywalny z rezultatem uzyskanym w terapii opartej wyłącznie na systematycznej desensytyzacji z elementami treningu relaksacyjnego. Hembree (1990), podsumowując skuteczność strategii radzenia sobie z lękiem przed matematyką, zaznacza, że podejście behawioralne jest bardziej efektywne niż podejście poznawcze, chociaż niektóre strategie poznawcze oraz działania łączące te strategie także są dobre.

Pozostałe badania nad skutecznością systematycznej desensytyzacji w redukcji lęku przed matematyką wskazują na jej wysoką efektywność (zob. Tabela 5). Wszystkie analizowane badania odnotowały znaczące obniżenie poziomu lęku po zastosowanej interwencji (Zyl i Lohr, 1994; Zettle, 2003; Regina i Lezorgia, 2017; Akeb-urai i in., 2020; Aliyu i in., 2023; Egara i Mosimege, 2024). W przypadku oceny efektywności interwencji dla zwiększenia osiągnięć matematycznych należy jednak zachować większą ostrożność. W badaniu Zettle (2003) interwencja nie wpłynęła na poprawę wyników matematycznych, a w kilku innych pracach (Zyl i Lohr, 1994; Regina i Lezorgia, 2017; Aliyu i in., 2023) efektywność w zakresie osiągnięć matematycznych nie była w ogóle oceniana. W pozostałych badaniach (Akeb-urai i in., 2020; Egara i Mosimege, 2024) wykazano natomiast, że obniżeniu lęku może towarzyszyć poprawa wyników edukacyjnych.

Biorąc pod uwagę wyniki najnowszych badań oraz metaanalizy przeprowadzonej w latach 90., można stwierdzić, że strategia systematycznej desensytyzacji jest bardzo skuteczną metodą zmniejszania lęku przed matematyką, a jej wpływ jest widoczny także w poprawie wyników matematycznych. Na uwagę zasługuje fakt, że we wszystkich badaniach oceniano lęk-cechę oraz różne wymiary lęku przed matematyką, a mimo to interwencja okazała się skuteczna w jego redukcji. Przeprowadzenie tej interwencji wymaga jednak specjalistycznej wiedzy i umiejętności, dlatego działania te mogą być skutecznie realizowane głównie w gabinetach psychoterapeutycznych. Pomimo wyników sugerujących wysoką skuteczność systematycznej desensytyzacji w łagodzeniu lęku przed matematyką oraz częściowo w poprawie osiągnięć matematycznych, należy podkreślić, że większość badań nie kontrolowała ważnych zmiennych (lęk-cecha/lęk-stan, lęk egzaminacyjny, itd.) oraz nie uwzględniała aktywnej grupy kontrolnej, co ogranicza możliwość oceny specyficzności interwencji dla samego lęku przed matematyką i analizy mechanizmu jej działania. Jednocześnie wyniki metaanalizy badań nad lękiem nie związanym z matematyką wskazują, że systematyczna desensytyzacja skutecznie obniża lęk, osiągając efekty o umiarkowanie dużej sile, i jej skuteczność jest szczególnie widoczna w fobiach specyficznych oraz uogólnionym zaburzeniu lękowym (Ougrin, 2011).

Tabela 5 Podsumowanie interwencji uwzględniających systematyczną desensytyzację

Autorzy	Próba	Rodzaj lęku przed matematyką	Warunki eksperymentu	Zmienne kontrolowane w analizie statystycznej	Skuteczność: redukcja lęku przed matematyką	Skuteczność: poprawa wyników matematycznych
Zyl i Lohr (1994)	20 osób	lęk-cecha; ogólna negatywna reakcja afektywna	grupa eksperymentalna i kontrolna	brak informacji	interwencja skuteczna	nie sprawdzano
Zettle (2003)	24 studentów	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	dwie grupy eksperymentalne	brak informacji	interwencja skuteczna	interwencja nieskuteczna
Sheffield i Hunt (2007)	154 uczniów szóstej klasy	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się i byciem testowanym	grupa eksperymentalna i kontrolna aktywna	brak informacji	interwencja skuteczna	interwencja skuteczna
Regina i Lezorgia (2017)	120 uczniów	lęk-cecha; afektywny wymiar lęku przed matematyką	dwie grupy eksperymentalne i grupa kontrolna	brak informacji	interwencja skuteczna (podobnie jak interwencja polegająca na restrukturyzacji poznawczej)	nie sprawdzano
Akeb-urai i in. (2020)	65 studentów	lęk-cecha; lęk w wymiarze afektywnym i somatycznym	grupa eksperymentalna i kontrolna	brak informacji	interwencja skuteczna	interwencja skuteczna
Aliyu i in. (2023)	146 uczniów	lęk-cecha; lęk przed uczeniem się matematyki	dwie grupy eksperymentalne i aktywna grupa kontrolna	brak informacji	interwencja skuteczna (podobnie jak interwencja polegająca na restrukturyzacji poznawczej)	nie sprawdzano
Egara i Mosimege (2024)	120 uczniów	lęk-cecha; percepcja trudności i motywacja oraz lęk przed uczeniem się matematyki	grupa eksperymentalna i aktywna grupa kontrolna	brak informacji	interwencja skuteczna	interwencja skuteczna

Źródło: opracowanie własne

7. WNIOSKI

Skuteczność reinterpretacji poznawczej pobudzenia fizjologicznego, ekspresyjnego pisanie, relaksacji oraz systematycznej desensytyzacji jako metod obniżania lęku przed matematyką i zwiększania poziomu wykonania zadań matematycznych, choć powszechnie uznawana za wysoką, wymaga dalszych badań nad uwarunkowaniami efektywności tych interwencji. Reinterpretacja pobudzenia, choć w większości badań wykazuje pozytywne efekty w poprawie wyników matematycznych, zazwyczaj nie była sprawdzana pod kątem skuteczności w łagodzeniu lęku przed matematyką. Metoda ekspresyjnego pisanie spośród wszystkich opisanych interwencji wydaje się być najmniej potwierdzona pod względem skuteczności zarówno w obniżaniu lęku, jak i zwiększaniu osiągnięć. Wyniki badań dotyczące zastosowania technik relaksacyjnych przynoszą mieszane efekty, wskazujące szczególnie na ich skuteczność w zakresie poprawy nastroju, ale nie na przynoszące trwałe efekty w zakresie osiągnięć matematycznych. Natomiast systematyczna desensytyzacja wydaje się być najskuteczniejszą metodą w łagodzeniu lęku przed matematyką, choć jej efekty w zakresie poprawy wyników matematycznych są bardziej ograniczone i zależne od kontekstu.

Dokonując oceny skuteczności omówionych interwencji, należy jednak wziąć pod uwagę ich stosunkowo niewielką liczbę i ograniczenia metodologiczne. Dalsze badania nad skutecznością opisywanych interwencji powinny zawierać zarówno pomiar lęku przed matematyką, jak i wykonania zadań matematycznych, uwzględniając możliwe liczne interakcje (typ lęku przed matematyką, rodzaj zadań matematycznych, rodzaj grup kontrolnych, wiek uczniów) i kontrolę zmiennych (wyniki pretestu, lęk jako cecha/stan i lęk egzaminacyjny). Każde z analizowanych badań odznacza się inną metodologią, np. grupą badawczą, narzędziami, planem analizy danych, kontrolą zmiennych, instrukcjami i czasem trwania interwencji, co utrudnia ich bezpośrednie porównywanie. Jednocześnie wydaje się, że omówione interwencje mogą być skuteczne, ale w określonych warunkach, które powinny być jasno określone, aby móc zastosować interwencję w praktyce (zob. praktyczne wskazówki w Aneksie). Wyniki metaanaliz badań nad łagodzeniem lęku niezwiązanego z matematyką wskazują na ich skuteczność od niewielkiej (reinterpretacja poznawcza i ekspresyjne pisanie) do umiarkowanej (techniki relaksacyjne i systematyczna desensytyzacja). Dodatkowo wyniki metaanalizy Sammallahti i in. (2023) wskazują, że obniżenie lęku przed matematyką wymaga często połączenia różnych interwencji. Dłuższe, regularne interwencje wydają się bardziej efektywne, a ich skuteczność różni się w zależności od wieku uczestników, z większymi korzyściami u starszych uczniów, co może wynikać z bardziej rozwiniętych zdolności poznawczych i większej motywacji do poradzenia sobie z napotkanymi trudnościami.

BIBLIOGRAFIA

- Akeb-urai, N., Kadir, N. B., Nasir, R. (2020). Mathematics anxiety and performance among college students: Effectiveness of systematic desensitization treatment. *Intellectual Discourse*, 28, 99-127.
- Aliyu, S., Idris, A., Gurkuma, A. L., Saidu, D., Amako, T. G. (2023). Effects of cognitive restructuring and systematic desensitization techniques on students' mathematics anxiety in senior secondary schools in Gombe Metropolis. *Ilorin Journal of Education*, 43(2), 1-13.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety: Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11(5), 181-185. DOI: [10.1111/1467-8721.00196](https://doi.org/10.1111/1467-8721.00196)
- Ashcraft, M. H., Kirk, P. E. (2001). The relationships among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 224-237. DOI: [10.1037/0096-3445.130.2.224](https://doi.org/10.1037/0096-3445.130.2.224)
- Ashcraft, M. H., Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(2), 243-248. DOI: [10.3758/BF03194059](https://doi.org/10.3758/BF03194059)
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A., Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134-168. DOI: [10.1037/bul0000307](https://doi.org/10.1037/bul0000307)
- Beck, A., Emery, G., Greenberg, R. (1985). *Anxiety Disorders and Phobias. A Cognitive Perspective*. New York: Basic Books.
- Bosshard, M., Gomez, P. (2024). Effectiveness of stress arousal reappraisal and stress-is-enhancing mindset interventions on task performance outcomes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Scientific Reports*, 14, 7923. DOI: [10.1038/s41598-024-58408-w](https://doi.org/10.1038/s41598-024-58408-w)
- Brewster, B. J., Miller, T. (2022). Expressive writing interventions for pre-service teachers' mathematics anxiety. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(4), em0704. DOI: [10.29333/iejme/12298](https://doi.org/10.29333/iejme/12298)
- Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Giles, G. E., Rapp, D. N., Taylor, H. A., Kanarek, R. B. (2013). Learning to relax: Evaluating four brief interventions for overcoming the negative emotions accompanying math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 27, 1-7. DOI: [10.1016/j.lindif.2013.06.001](https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.06.001)
- Burton, C. M., King, L. A. (2008). Effects of (very) brief writing on health: The two-minute miracle. *British Journal of Health Psychology*, 13(1), 9-14. DOI: [10.1348/135910707X250910](https://doi.org/10.1348/135910707X250910)
- Carey, E., Hill, F., Devine, A., Szűcs, D. (2016). The chicken or the egg? The direction of the relationship between mathematics anxiety and mathematics performance. *Frontiers in Psychology*, 6. DOI: [10.3389/fpsyg.2015.01987](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01987)
- Cassaday, J. C., Johnson, R. E. (2002). Cognitive test anxiety and academic performance. *Contemporary Educational Psychology*, 27(2), 270-295. DOI: [10.1006/ceps.2001.1094](https://doi.org/10.1006/ceps.2001.1094)
- Clark, C. A. C., Sheffield, T. D., Wiebe, S. A., Espy, K. A. (2013). Longitudinal associations between executive control and developing mathematical competence in preschool boys and girls. *Child Development*, 84(2), 662-677. DOI: [10.1111/j.1467-8624.2012.01854.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01854.x)
- Collingwood, N., Dewey, J. (2018). 'Thinking your problems away': can maths interventions be developed to address both the academic and affective aspects of learning primary aged children? *Educational and Child Psychology*, 35, 76-92. DOI: [10.53841/bpsecp.2018.35.2.76](https://doi.org/10.53841/bpsecp.2018.35.2.76)
- Egara, F. O., Mosimege, M. (2024). Effect of systematic desensitization on anxiety and achievement of Nigerian secondary school students in mathematics. *Counseling Outcome Research and Evaluation*, 15(2), 175-195. <https://doi.org/10.1080/21501378.2024.2342586>
- Estrada-Mejia, C., De Vries, M., Zeelenberg, M. (2016). Numeracy and wealth. *Journal of Economic Psychology*, 54, 53-63. DOI: [10.1016/j.joep.2016.03.004](https://doi.org/10.1016/j.joep.2016.03.004)

- Estrada-Mejia, C., Peters, E., Dieckmann, N. F., Zeelenberg, M., De Vries, M., Baker, D. P. (2020). Schooling, numeracy, and wealth accumulation: A study involving an agrarian population. *Journal of Consumer Affairs*. DOI: [10.1111/joca.12294](https://doi.org/10.1111/joca.12294)
- Eysenck, M. W., Santos, R., Derakshan, N., Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353. DOI: [10.1037/1528-3542.7.2.336](https://doi.org/10.1037/1528-3542.7.2.336)
- Faust, M. W., Ashcraft, M. H., Fleck, D. E. (1996). Mathematics anxiety effects in simple and complex addition. *Mathematical Cognition*, 2(1), 25–62.
- Ganley, C. M., Conlon, R. A., McGraw, A. L., Barroso, C., Geer, E. A. (2021). The effect of brief anxiety interventions on reported anxiety and math test performance. *Journal of Numerical Cognition*, 7(1), 4–19. DOI: [10.5964/jnc.6065](https://doi.org/10.5964/jnc.6065)
- Garcia-Retamero, R., Sobkow, A., Petrova, D. G., Garrido, D., Traczyk, J. (2019). Numeracy and risk literacy: What have we learned so far? *The Spanish Journal of Psychology*, 22. DOI: [10.1017/sjp.2019.18](https://doi.org/10.1017/sjp.2019.18)
- Haskell, C. F., Kennedy, D. O., Milne, A. L., Wesnes, K. A., Scholey, A. B. (2008). The effects of L-Theanine, caffeine, and their combination on cognition and mood. *Biological Psychology*, 77(2), 113–122. DOI: [10.1016/j.biopsycho.2007.09.008](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2007.09.008)
- Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 33–46. DOI: [10.2307/749455](https://doi.org/10.2307/749455)
- Hines, C. L., Brown, N. W., Myran, S. (2016). The effects of expressive writing on general and mathematics anxiety for a sample of high school students. *Education*, 137(1), 39–45. DOI: [10.25777/h6x2-2d36](https://doi.org/10.25777/h6x2-2d36)
- Hitch, G. J. (1978). The role of short-term working memory in mental arithmetic. *Cognitive Psychology*, 10(3), 302–323. DOI: [10.1016/0010-0285\(78\)90002-6](https://doi.org/10.1016/0010-0285(78)90002-6)
- Hladký, M., Silber, M., Nagashima, T. (2025). The MindfulMath Tutor: A mindfulness-infused learning environment to battle math anxiety. In *Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. DOI: [10.1145/3706599.3719922](https://doi.org/10.1145/3706599.3719922)
- Hopko, D. R., Mahadevan, R., Bare, R. L., Hunt, M. K. (2003). The Abbreviated Math Anxiety Scale (AMAS): Construction, validity, and reliability. *Assessment*, 10(2), 178–182. DOI: [10.1177/1073191103010002008](https://doi.org/10.1177/1073191103010002008)
- Huang, X., Mayer, R. E. (2016). Benefits of adding anxiety-reducing features to a computer-based multimedia lesson on statistics. *Computers in Human Behavior*, 63, 293–303. DOI: [10.1016/j.chb.2016.05.034](https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.034)
- Jamieson, J. P., Mendes, W. B., Blackstock, E., Schmader, T. (2010). Turning the knots in your stomach into bows: Reappraising arousal improves performance on the GRE. *Journal of Experimental Social Psychology*, 46(1), 208–212. DOI: [10.1016/j.jesp.2009.08.015](https://doi.org/10.1016/j.jesp.2009.08.015)
- Jamieson, J. P., Mendes, W. B., Nock, M. K. (2013). Improving acute stress responses: The power of reappraisal. *Current Directions in Psychological Science*, 22(1), 51–56. DOI: [10.1177/0963721412461500](https://doi.org/10.1177/0963721412461500)
- Jamieson, J. P., Nock, M. K., Mendes, W. B. (2012). Mind over matter: Reappraising arousal improves cardiovascular and cognitive responses to stress. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(3), 417–422. DOI: [10.1037/a0025719](https://doi.org/10.1037/a0025719)
- Jamieson, J. P., Peters, B. J., Greenwood, E. J., Altose, A. J. (2016). Reappraising stress arousal improves performance and reduces evaluation anxiety in classroom exam situations. *Social Psychological and Personality Science*, 7(6), 579–587. DOI: [10.1177/1948550616644656](https://doi.org/10.1177/1948550616644656)
- Kozhevnikov, M., Lochakova, O., Josipovic, Z., Motes, M. A. (2009). The enhancement of visuospatial processing efficiency through Buddhist deity meditation. *Psychological Science*, 20(5), 645–653. DOI: [10.1111/j.1467-9280.2009.02345.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02345.x)
- Lu, K., Gray, M., Oliver, C., Liley, D., Harrison, B., Bartholomeusz, C. (2004). The acute effects of L-Theanine in comparison with alprazolam on anticipatory anxiety in humans. *Human Psychopharmacology*, 19(7), 457–465. DOI: [10.1002/hup.611](https://doi.org/10.1002/hup.611)

- Luttenberger, S., Wimmer, S., Paechter, M. (2018). Spotlight on math anxiety. *Psychology Research and Behavior Management*, 11, 311–322.
- Lutz, A., Brefczynski-Lewis, J. A., Johnstone, T., Davidson, R. J. (2008). Voluntary regulation of the neural circuitry of emotion by compassion meditation: Effects of expertise. *PLOS ONE*, 3(3), e1897. DOI: [10.1371/journal.pone.0001897](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001897)
- Lyons, I. M., Beilock, S. L. (2012). Mathematics anxiety: Separating the math from the anxiety. *Cerebral Cortex*, 22(9), 2102–2110. DOI: [10.1093/cercor/bhr289](https://doi.org/10.1093/cercor/bhr289)
- Manzoni, G. M., Pagnini, F., Castelnuovo, G., Molinari, E. (2008). Relaxation training for anxiety: A ten-year systematic review with meta-analysis. *BMC Psychiatry*, 8, 41. DOI: [10.1186/1471-244X-8-41](https://doi.org/10.1186/1471-244X-8-41)
- Marko, M., Riečanský, I. (2018). Sympathetic arousal, but not disturbed executive functioning, mediates the impairment of cognitive flexibility under stress. *Cognition*, 174, 94–102. DOI: [10.1016/j.cognition.2018.02.004](https://doi.org/10.1016/j.cognition.2018.02.004)
- Naveed, A., Zhuparova, A., Ashfaq, M., Rauf, A. (2023). The effect of average scores in reading, mathematics, and science on innovation and income: A quantitative analysis for a group of countries. *Heliyon*, 9(9), e19213. DOI: [10.1016/j.heliyon.2023.e19213](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19213)
- Nzeadibe, A. C., Egara, F. O., Eseadi, C., Chukwuorji, J. C. (2023). Mindfulness-based cognitive therapy for mathematics anxiety among school adolescents: A randomised trial. *Journal of Psychologists and Counsellors in Schools*, 34(1), 97–108. DOI: [10.1177/20556365231207248](https://doi.org/10.1177/20556365231207248)
- Ochsner, K. N., Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(5), 242–249. DOI: [10.1016/j.tics.2005.03.010](https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.03.010)
- Ochsner, K. N., Ray, R. D., Cooper, J. C., Robertson, E. R., Chopra, S., Gabrieli, J. D., Gross, J. J. (2004). For better or for worse: Neural systems supporting the cognitive down- and up-regulation of negative emotion. *NeuroImage*, 23(2), 483–499. DOI: [10.1016/j.neuroimage.2004.06.030](https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.06.030)
- Orbach, L., Herzog, M., Fritz, A. (2019). Relation of state- and trait-math anxiety to intelligence, math achievement and learning motivation. *Journal of Numerical Cognition*, 5(3), 371–399. DOI: [10.5964/jnc.v5i3.204](https://doi.org/10.5964/jnc.v5i3.204)
- Oszwa, U. (2020). *Lęk przed matematyką – poglądy, badania, rozwiązania*. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej.
- Ougrin, D. (2011). Efficacy of exposure versus cognitive therapy in anxiety disorders: Systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry*, 11(1), 200. DOI: [1471-244X-11-200](https://doi.org/10.1186/1471-244X-11-200)
- Park, D., Ramirez, G., Beilock, S. L. (2014). The role of expressive writing in math anxiety. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 20(2), 103–111. <https://doi.org/10.1037/xap0000013>
- Pennebaker, J. W. (1997). Writing about emotional experiences as a therapeutic process. *Psychological Science*, 8(3), 162–166. DOI: [10.1111/j.1467-9280.1997.tb00403.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1997.tb00403.x)
- Pessoa, L. (2009). How do emotion and motivation direct executive control? *Trends in Cognitive Sciences*, 13(4), 160–166. DOI: [10.1016/j.tics.2009.01.006](https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.01.006)
- Pizzie, R. G., Kraemer, D. J. M. (2021). The association between emotion regulation, physiological arousal, and performance in math anxiety. *Frontiers in Psychology*, 12, 639448. DOI: [10.3389/fpsyg.2021.639448](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.639448)
- Pizzie, R. G., McDermott, C. L., Salem, T. G., Kraemer, D. J. M. (2020). Neural evidence for cognitive reappraisal as a strategy to alleviate the effects of math anxiety. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 15(12), 1271–1287. DOI: [10.1093/scan/nsaa161](https://doi.org/10.1093/scan/nsaa161)
- Ramirez, G., Beilock, S. L. (2011). Writing about testing worries boosts exam performance in the classroom. *Science*, 331(6014), 211–213. DOI: [10.1126/science.1199427](https://doi.org/10.1126/science.1199427)

- Regina, E.-E. J., Lezorgia, W. A. (2017). Effect of cognitive restructuring and systematic desensitization in the management of mathophobia among secondary school students in Khana L.G.A of Rivers State. *American Journal of Educational Research*, 5(11), 1131-1137. DOI: [10.12691/education-5-11-3](https://doi.org/10.12691/education-5-11-3).
- Richardson, F. C., Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551-554. DOI: [10.1037/h0033456](https://doi.org/10.1037/h0033456)
- Ruark, A. (2021). Expressive writing as an intervention for math anxiety in middle school students. *The Journal of Middle Level Education in Texas*, 7(1).
- Sammallahti, E., Finell, J., Jonsson, B., Korhonen, J. (2023). A meta-analysis of math anxiety interventions. *Journal of Numerical Cognition*, 9(2), 346-362. DOI: [10.5964/jnc.8401](https://doi.org/10.5964/jnc.8401)
- Samuel, T. S., Buttet, S., Warner, J. (2022). "I can math, too!": Reducing math anxiety in STEM-related courses using a combined mindfulness and growth mindset approach (MAGMA) in the classroom. *Community College Journal of Research and Practice*, 47(10), 613-626. DOI: [10.1080/10668926.2022.2050843](https://doi.org/10.1080/10668926.2022.2050843)
- Samuel, T. S., Warner, J. (2019). "I Can Math!": Reducing math anxiety and increasing math self-efficacy using a mindfulness and growth mindset-based intervention in first-year students. *Community College Journal of Research and Practice*, 45(3), 205-222. DOI: [10.1080/10668926.2019.1666063](https://doi.org/10.1080/10668926.2019.1666063)
- Scheibe, D. A., Was, C., Thompson, C. A. (2022). Does expressive writing blunt the effects of math anxiety on math performance? A conceptual replication and extension of Park et al. (2014). *Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 1-8.
- Sheffield, D., Hunt, T. E. (2007). How does anxiety influence performance and what can we do about it? *MSOR Connections*, 6(1), 1-5.
- Spielberger, C. D. (1972). *Anxiety: Current trends in theory and research*. Academic Press. DOI: [10.1016/B978-0-12-657401-2.50008-3](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-657401-2.50008-3)
- Szczygieł, M., Lipińska, D. (2025). Przeciwdziałanie lękowi przed matematyką: Co mogą zrobić rodzice i nauczyciele? *Edukacja*, 2, artykuł w druku.
- Szczygieł, M., Szűcs, D., Toffalini, E. (2024). Math anxiety and math achievement in primary school children: Longitudinal relationship and predictors. *Learning and Instruction*, 92. DOI: [10.1016/j.learninstruc.2024.101906](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2024.101906).
- Travagin, G., Margola, D., Revenson, T. A. (2015). How effective are expressive writing interventions for adolescents? A meta-analytic review. *Clinical Psychology Review*, 36, 42-55. DOI: [10.1016/j.cpr.2015.01.003](https://doi.org/10.1016/j.cpr.2015.01.003)
- U.S. Department of Education. (2008). *Foundations for success: The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. U.S. Department of Education.
- Willner, C. J., Hoffmann, J. D., Bailey, C. S., Harrison, A. P., Garcia, B., Ng, Z. J., Cipriano, C., Brackett, M. A. (2022). The Development of Cognitive Reappraisal From Early Childhood Through Adolescence: A Systematic Review and Methodological Recommendations. *Frontiers in Psychology*, 13, 875964. DOI: [10.3389/fpsyg.2022.875964](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.875964)
- Zettle, R. D. (2003). Acceptance and commitment therapy vs. systematic desensitization in treatment of mathematics anxiety. *The Psychological Record*, 53(2), 197-215. DOI: [10.1007/BF03395440](https://doi.org/10.1007/BF03395440)
- Zhihong, R., Yawen, Z., Guangrong, J. (2018). Effectiveness of mindfulness meditation in intervention for anxiety: A meta-analysis. *Acta Psychologica Sinica*, 50(3), 283-305. DOI: [10.3724/SP.J.1041.2018.00283](https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2018.00283)
- Zyl, T. V., Lohr, J. W. (1994). An audiotaped program for reduction of high school students' math anxiety. *School Science and Mathematics*, 94(6), 310-313. DOI: [10.1111/j.1949-8594.1994.tb15681.x](https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1994.tb15681.x)