

Ängste bei Patient:innen mit Myasthenia gravis im Rahmen der COVID-19 Pandemie

Eine Längsschnittstudie

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. med.)

der Medizinischen Fakultät

der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

Bonn

Janna Beckmann

aus Berlin

2026

Angefertigt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. Gabor Petzold
2. Gutachter: Prof. Dr. Dr. Dominik Bach

Tag der mündlichen Prüfung: 06. Juli 2026

Aus der Klinik für Neurologie

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
1. Deutsche Zusammenfassung	5
1.1 Einleitung	5
1.2 Methoden	6
1.3 Ergebnisse	11
1.4 Diskussion	17
1.5 Zusammenfassung	20
1.6 Literaturverzeichnis der deutschen Zusammenfassung	22
2. Veröffentlichung	29
3. Erklärung zum Eigenanteil	30
4. Danksagung	31

Abkürzungsverzeichnis

AChR	Acetylcholin-Rezeptor
AK	Antikörper
ChEI	Cholinesterase-Hemmer
EZ	Erhebungszeitraum
GAD-2	Generalized Anxiety Disorder-2
IA	Immunadsorption
IMZ	Integriertes Myasthenie-Zentrum
IST	Immunsuppressive Therapie
IVIg	Intravenöse Immunglobuline
LRP4	Low-Density-Lipoprotein-Rezeptor- ähnliches Protein 4
MG	Myasthenia gravis
MG-ADL	MG- Activities of Daily Living Profile
MG-QoL15	MG-specific Quality of Life Instrument 15
MS	Multiple Sklerose
MuSK	Muskelspezifische Tyrosinkinase
PHQ-4	Patient Health Questionnaire-4
PLEX	Plasmapherese
RA	Rheumatoide Arthritis
STIKO	Ständige Impfkommission
WHO	Weltgesundheitsorganisation

1. Deutsche Zusammenfassung

1.1 Einleitung

Die COVID-19-Pandemie ging mit einer Vielzahl von Stressoren und psychischen Belastungsfaktoren einher und hatte weltweit erhebliche Auswirkungen auf die psychische Gesundheit (Inter-Agency Standing Committee, 2020; Qiu et al., 2020). In der Allgemeinbevölkerung konnte in zahlreichen internationalen Studien eine hohe Prävalenz von COVID-19-assoziierten Ängsten festgestellt werden (Delpino et al., 2022; Santomauro et al., 2021). Zu den zentralen Ursachen dieser Ängste zählten mit der Pandemie einhergehende Unsicherheit, Einschränkungen des Alltags sowie Sorgen um die eigene Gesundheit und die Gesundheit nahestehender Personen (Delpino et al., 2022).

Einer deutschen Studie zufolge erlebte in der Frühphase der Pandemie mehr als die Hälfte der Bevölkerung COVID-19-assoziierte Ängste. Dabei berichteten etwa 30 %, unter moderaten bis schweren Angstsymptomen zu leiden (Petzold et al., 2020). Im weiteren Verlauf der Pandemie kam es zu einem Rückgang sowohl von Häufigkeit als auch von der Ausprägung der Ängste, wie verschiedene Studien zeigen konnten (Bendau et al., 2022; Daly und Robinson, 2021).

Bei der Betrachtung der Risikofaktoren für COVID-19-assoziierte Ängste wurden insbesondere weibliches Geschlecht, jüngeres Lebensalter sowie bereits bestehende psychische oder somatische Erkrankungen konsistent nachgewiesen (Bäuerle et al., 2020; Bendau et al., 2021a; Gilbar et al., 2022; Guo et al., 2020; Hubbard et al., 2021; Santomauro et al., 2021).

Bei der Myasthenia gravis (MG) handelt es sich um eine antikörpervermittelte Autoimmunerkrankung, die die neuromuskuläre Endplatte der Skelettmuskulatur betrifft. Charakteristisch ist eine unterschiedlich stark ausgeprägte, belastungsabhängige Muskelschwäche, die insbesondere bei Beteiligung der Atemmuskulatur lebensbedrohlich verlaufen kann. Im Krankheitsverlauf entwickeln bis zu 20 % der Patient:innen eine myasthene Krise. Dabei handelt es sich um einen schwerwiegenden, lebensbedrohlichen

Zustand, bei dem die Muskelschwäche zu einem Atemversagen führt, das eine Intubation oder mechanische Beatmung erforderlich macht (Nelke et al., 2022).

Während der Pandemie waren MG-Patient:innen aus mehreren Gründen besonders vulnerabel. Etwa 70 % benötigen eine immunsuppressive Therapie (IST), diese ist mit einem erhöhten Infektionsrisiko und einem schwereren Verlauf der Infektion verbunden (Alcantara et al., 2023; Kassardjian et al., 2020; Mevius et al., 2023). Gleichzeitig zählen Infektionen, insbesondere akute Atemwegserkrankungen, zu den wichtigsten Triggern potenziell lebensbedrohlicher Exazerbationen und myasthenen Krisen (Gilhus et al., 2018; Gummi et al., 2019; Nelke et al., 2022; Neumann et al., 2020; Tugaworo et al., 2022).

Es liegt daher nahe, dass Patient:innen mit MG ein höheres Risiko für COVID-19-assoziierte Ängste aufwiesen, wie es bereits für andere neurologische Autoimmunerkrankungen gezeigt werden konnte (Alnajashi und Jabbad, 2020; Ramezani et al., 2021).

Die vorliegende Arbeit nimmt Bezug auf den Artikel von Beckmann et al. (2025) und wurde nach Aufhebung des durch die WHO ausgerufenen internationalen Gesundheitsnotstands für COVID-19, am 05. Mai 2023, verfasst (Lenharo, 2023). Das Ziel dieser prospektiven Längsschnittstudie war es, die Prävalenz und Ausprägung von COVID-19-assoziierten Ängsten bei MG-Patient:innen über zwei Jahre hinweg zu erfassen und deren Zusammenhang mit MG-spezifischen Faktoren wie Krankheitsschwere und IST zu untersuchen. Nachdem im Studienzeitraum COVID-19-Impfstoffe in Deutschland verfügbar wurden, wurde zusätzlich der Zusammenhang zwischen Ängsten und Impfstatus untersucht.

1.2 Methoden

1.2.1 Studiendesign, Rekrutierung und Studienzeitraum

Bei der Studie handelt es sich um eine longitudinale Beobachtungsstudie, die zwischen Mai 2020 und Februar 2022 zu drei Erhebungszeiträumen (EZ) durchgeführt wurde. Die

Datenerhebung erfolgte mittels pseudonymisierter Online-Fragebögen. Die Studieninformationen und Teilnahmeeinladungen mit dem jeweiligen Zugangslink wurden über vier Kanäle verbreitet:

1. Über die Website der Deutschen Myasthenie Gesellschaft (DMG, <https://dmg.online>), die größte deutsche Selbsthilfeorganisation für MG-Patient:innen mit über 3000 Mitgliedern.
2. In der Mitgliederzeitschrift „DMG-Aktuell“.
3. Am größten zertifizierten Integrierten Myasthenie-Zentrum (IMZ) in Deutschland, dem IMZ der Charité Universitätsmedizin Berlin, das mehr als 2000 MG-Patient:innen betreut.
4. Durch das Anschreiben von Moderator:innen deutschsprachiger MG-Selbsthilfegruppen auf Facebook innerhalb der D-A-CH-Region (Deutschland, Österreich, Schweiz), mit der Bitte, den Link in ihren Gruppen zu teilen.

Während des Studienzeitraums wurden zu drei verschiedenen Zeitpunkten Einladungen zur Teilnahme verschickt, jeweils zu Beginn des Erhebungszeitraums: EZ1 erstreckte sich vom 28. Mai bis 1. September 2020, EZ2 vom 29. November 2020 bis 20. Februar 2021 und EZ3 vom 30. November 2021 bis 7. Februar 2022. Es wurden weder kostenpflichtige Werbemaßnahmen eingesetzt, noch finanzielle Anreize für die Studienteilnahme angeboten.

1.2.2 Ethikerklärung

Alle Teilnehmenden erklärten auf der ersten Seite des Online-Fragebogens ihr schriftliches Einverständnis zur Teilnahme an der Studie. Die Datenerhebung erfolgte in pseudonymisierter Form, wobei die persönlichen Kontaktdaten (zum Beispiel E-Mail-Adressen) strikt getrennt von den Umfragedaten gespeichert wurden. Eine Zuordnung war lediglich über individuelle Codes auf Ebene der Teilnehmenden möglich. Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Charité-Universitätsmedizin Berlin genehmigt (EA1/138/20).

1.2.3 Einschlusskriterien

Eingeschlossen wurden Patient:innen mit bekannter Diagnose einer autoimmunen MG, einem Mindestalter von 18 Jahren sowie ausreichenden Deutschkenntnissen zur Bearbeitung des Fragebogens. Vor Beginn der Befragung bestätigten die Teilnehmenden ihr Alter und die Diagnose über entsprechende Kontrollkästchen.

1.2.4 Erhebung

Die Datenerhebung erfolgte online anhand von Fragebögen über den Anbieter SoSci Survey, wobei die durchschnittliche Bearbeitungszeit bei circa 15 Minuten lag. Soziodemografische Angaben beinhalteten Alter und Geschlecht (weiblich, männlich, divers). MG-spezifische Fragen umfassten die Krankheitsdauer, den Antikörperstatus (Acetylcholin-Rezeptor [AChR], Muskelspezifische Tyrosinkinase [MuSK], Low-Density-Lipoprotein-Rezeptor-ähnliches Protein 4 [LRP4] sowie seronegativ), die aktuelle MG-spezifische Medikation (u. a. Cholinesterase-Hemmer [ChEI], Kortikosteroide, Langzeit-Immunsuppressiva [Azathioprin, Mycophenolatmofetil, Methotrexat, Ciclosporin], Eskalationstherapien [Rituximab, Eculizumab], Akuttherapien (intravenöse Immunglobuline [IVIg], Plasmapherese [PLEX], Immunadsorption [IA]), Thymektomie und Histologie des Thymus. Zudem wurden patientenberichtete Endpunkte (Patient Reported Outcomes) zu krankheitsspezifischen Einschränkungen im Alltag und zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität erhoben (MG-Activities of Daily Living Profile [MG-ADL], MG-specific Quality of Life Instrument 15 [MG-QoL15]) (Burns et al., 2008; Wolfe et al., 1999).

Fragen zur Pandemie waren dichotom strukturiert (ja/nein) und erfassten eine Infektion mit COVID-19, die Hospitalisierung aufgrund von COVID-19 und den Kontakt zu erkrankten Personen. Bei der Erhebung COVID-assoziierten Ängste wurde ein Fragebogen eingesetzt, der bereits in der deutschen Allgemeinbevölkerung Anwendung fand (Bendau et al., 2022; Petzold et al., 2020). Er beinhaltete unter anderem Angst vor einer Infektion, Angst um die eigene Gesundheit sowie Angst um die Gesundheit anderer (zum Beispiel Angehöriger), durch Angst bedingte Einschränkungen im Alltag sowie Angst

vor sozialen (zum Beispiel weniger Kontakte) und ökonomischen Folgen (zum Beispiel Arbeitslosigkeit). Die Einschätzung erfolgte auf einer sechsstufigen Likert-Skala, die von 1 („überhaupt nicht zutreffend“) bis 6 („vollkommen zutreffend“) reichte.

Zusätzlich wurde erfragt, ob die COVID-19-assoziierten Ängste durch die Diagnose der MG beeinflusst wurden (ja/nein) und, falls zutreffend, was die Gründe dafür waren (erhöhtes Infektionsrisiko durch MG selbst, durch MG-Medikamente, Angst vor Exazerbation im Falle einer Infektion oder andere Ursachen). Dabei konnten mehrere Antwortoptionen gewählt werden.

Als Screeninginstrument zur Erfassung einer generalisierten Angststörung (GAD-2) sowie Depressivität (PHQ-2) wurde der Patient Health Questionnaire-4 (PHQ-4) eingesetzt. Dieser umfasst vier Items mit einer 4-stufigen Antwortskala (0 = „überhaupt nicht“ bis 3 = „fast jeden Tag“). Die Einteilung erfolgt anhand des Summenscores in normal (0–2), mild (3–5), moderat (6–8) und schwer (9–12) (Löwe et al., 2010).

Während der EZ1 und EZ2 wurde derselbe Fragebogen verwendet. In EZ3 – nach der Einführung von COVID-19-Impfungen in Deutschland – wurden zusätzlich Fragen zum Impfstatus (ja/nein) ergänzt.

1.2.5 Statistische Analyse

Die statistische Auswertung erfolgte anhand von R (R Core Team, 2022); für die Faktorenanalysen wurde das Paket *psych* verwendet (Revelle, 2022). Das Signifikanzniveau wurde auf 0,05 festgelegt. Fehlende Werte innerhalb eines Summenscores (MG-ADL, MG-QoL15) wurden anhand des Mittelwerts imputiert. In allen anderen Fällen erfolgte ein fallbasierter Ausschluss.

Der Zeitraum der Datenerfassung wurde in drei EZ untergliedert. Wenige zwischen den Zeiträumen eingegangene Datensätze wurden dem vorherigen EZ zugeordnet. Die deskriptive Statistik diente der Beschreibung der Stichprobe und erhobenen Variablen.

Chi-Quadrat-Tests und Varianzanalysen wurden eingesetzt, um auf Unterschiede zwischen den Teilnehmenden zu prüfen.

Die Medikation wurde in vier Gruppen eingeteilt. Dabei wurden ChEI und ChEI-Retard zur symptomatischen Therapie zusammengefasst. Kortikosteroide, Azathioprin, Mycophenolatmofetil, Methotrexat, Ciclosporin und Eculizumab wurden der Gruppe Immunsuppressiva zugeordnet. Rituximab wurde separat untersucht, da Studien auf eine erhöhte Mortalität und eine verringerte Antikörperbildung nach Impfung hinweisen (Jakubíková et al., 2021; Yasuda et al., 2020). Akuttherapien beinhalteten IVIg, PLEX und IA.

Für die Auswertung der Prävalenz von COVID-19-assoziierten Ängsten wurden die Antworten der Items „Angst vor einer Infektion“, „Angst um die eigene Gesundheit“, „Angst um die Gesundheit anderer“, „Angst vor sozialen Konsequenzen“ und „Angst vor ökonomischen Konsequenzen“ dichotomisiert. Antworten 1–3 wurden dabei als „stimme nicht zu“, Antworten 4–6 als „stimme zu“ klassifiziert.

Nach der Faktorenanalyse wurden die Items „Angst vor einer Infektion“ und „Angst vor gesundheitlichen Folgen im Fall einer Infektion“ zu dem Faktor „Angst um die eigene Gesundheit“ zusammengeführt.

Für die multivariate Regressionsanalyse zu „Angst um die eigene Gesundheit“ wurden a priori Alter, Geschlecht, MG-ADL, MG-QoL15 sowie die MG-spezifische Medikation berücksichtigt. Zur Analyse des Impfstatus (ja/nein) wurden zusätzlich „Angst um die eigene Gesundheit“ sowie Alter, Geschlecht, MG-ADL und Medikation einbezogen. Aufgrund der hohen Kollinearität zwischen MG-QoL15 und MG-ADL ($r = 0,77$) wurde der MG-QoL15 entsprechend aktueller Empfehlungen nicht in die multivariate Analyse aufgenommen (Akinwande et al., 2015; Kim, 2019). Multivariate lineare Regressionsmodelle wurden zur Identifikation relevanter Faktoren für „Angst um die eigene Gesundheit“ in EZ1 genutzt. In EZ3 wurden logistische Regressionen für die Prädiktoren des Impfstatus durchgeführt.

1.3 Ergebnisse

1.3.1 Merkmale der Teilnehmenden über die Erhebungszeiträume

Eine Übersicht über die Merkmale der Teilnehmenden ist Tabelle 1 zu entnehmen. In EZ1 nahmen 322 Patient:innen mit MG an der Befragung teil, in EZ2 295 und in EZ3 392. Damit wurden insgesamt 1009 Fragebögen ausgefüllt. Von den insgesamt teilnehmenden 648 Personen, nahmen 401 an einer, 133 an zwei und 114 an allen drei Erhebungen teil.

Über alle Zeiträume hinweg lag das Durchschnittsalter bei 53,5 Jahren (SD 15,1). 65,8 % der Befragten gaben an, weiblich zu sein, 34,2 % männlich (keine Angaben zur Kategorie „divers“). Mit 58,1 % war die Mehrzahl der Patient:innen AChR-Antikörper-positiv (AK), gefolgt von 22,7 % seronegativen. Bei 6 % der Teilnehmenden wurden positive MuSK-AK berichtet, bei 2,7 % positive LRP4-AK. Bei 17,4 % war der Antikörperstatus unbekannt. Bei 52,9 % war eine Thymektomie durchgeführt worden. Die Mehrheit der Patient:innen erhielt eine immunsuppressive Therapie (69,9 %), 7.8 % wurden mit Rituximab behandelt. Die mittlere Krankheitsschwere betrug im MG-ADL 5 (SD=3,9) und im MG-QoL 15 bei 19,4 (SD=19,4). Zwischen den verschiedenen EZ zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Merkmalen der Teilnehmenden.

Tab. 1: Charakteristika der Studienteilnehmenden

Charakteristik	Erhebungszeitraum 1 05/2020 - 09/2020	Erhebungszeitraum 2 11/2020 - 02/2021	Erhebungszeitraum 3 11/2021 - 02/2022	p-Wert
n	322	295	392	
Geschlecht, n (%)				0.26
Weiblich	201 (62.4)	202 (68.5)	261 (66.6)	
Männlich	121 (37.6)	93 (31.5)	131 (33.4)	
Divers	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
Alter, Jahre, Mittelwert (SD)	54.3 (15.2)	53.3 (15.2)	53.0 (15.1)	0.52
Krankheitsdauer, Jahre, Mittelwert (SD)	9.1 (9.3)	9.7 (9.8)	10.5 (10.7)	0.16
Antikörperstatus, n (%)				
AChR	183 (56.8)	177 (60.0)	226 (57.7)	0.71
MuSK	25 (7.8)	15 (5.1)	21 (5.4)	0.29
LRP4	6 (1.9)	6 (2.0)	15 (3.8)	0.19
Seronegativ	72 (22.4)	68 (23.1)	89 (22.7)	0.98
Unbekannt	59 (18.3)	50 (16.9)	67 (17.1)	0.88
Thymektomie, n (%)	165 (51.2)	164 (55.6)	205 (52.3)	0.53
Medikation, n (%)				
Symptomatische Therapie	269 (83.5)	248 (84.1)	318 (81.1)	0.54
Immunsuppressive Therapie	234 (72.7)	205 (69.5)	266 (67.9)	0.37
Rituximab	24 (7.5)	22 (7.5)	33 (8.4)	0.86
Akuttherapien	42 (13.0)	35 (11.9)	35 (8.9)	0.19
Keine Medikation	15 (4.7)	26 (8.8)	33 (8.4)	0.08
MG-ADL, Mittelwert (SD)	5 (3.8)	5 (3.7)	5.1 (4.0)	0.91
MG-QoL15, Mittelwert (SD)	19.4 (12.8)	19.0 (12.8)	19.6 (13.2)	0.84
PHQ-4, Mittelwert (SD)	3.4 (3.4)	3.5 (3.2)	3.7 (3.1)	0.87
Impfstatus, n (%)				
Ja	n.a.	n.a.	362 (92.0)	
Nein	n.a.	n.a.	24 (6.0)	
Keine Angabe	n.a.	n.a.	6 (2.0)	

AChR = Acetylcholinrezeptor; MuSK = Muskelspezifische Tyrosinkinase; LRP4 = Low-Density-Lipoprotein-Rezeptor-verwandtes Protein 4; MG-ADL = MG-Aktivitäten des täglichen Lebens; MG-QoL15 = MG-spezifischer Lebensqualitätsfragebogen 15 Items; PHQ-4 = Patient Health Questionnaire-4; n.a.= nicht zutreffend; Aus der Originalpublikation übersetzt

1.3.2 Kontakt mit COVID-19

Der Anteil der Befragten, die angaben, eine an COVID-19 erkrankte Person im persönlichen Umfeld zu kennen, stieg von 34,8 % in EZ1 auf 87,0 % in EZ3. Auch eigene Infektionen mit COVID-19 nahmen zu, von 0,0 % in EZ1 auf 8,4 % in EZ3. Die Hospitalisierungsrate infolge einer COVID-19-Infektion stieg im gleichen Zeitraum von 0,0 % auf 1,8 % (siehe Abbildung 1A).

1.3.3 COVID-19-assoziierte und MG-spezifische Ängste

Die Screeningwerte für generalisierte Angststörung sowie depressive Symptome, die mittels des PHQ-4 erhoben wurden, blieben im Zeitverlauf konstant (Gesamtmittelwert: 3,5 [SD =3,2]).

Am häufigsten berichteten die Patient:innen über Ängste hinsichtlich der eigenen Gesundheit im Falle einer Infektion (83,9 %). An zweiter Stelle standen Ängste um Angehörige (75,6 %), gefolgt von Angst vor einer Infektion im Allgemeinen (61,2 %), Ängste in Bezug auf soziale Folgen (61,2 %), Alltagsbeeinträchtigung durch die Ängste (36,5 %) sowie Ängste in Bezug auf ökonomische Folgen (25,1 %, siehe Abbildung 1B).

Auch hinsichtlich der Ausprägung der Ängste zeigte sich, dass sich die stärkste Angst auf die eigene Gesundheit bezog (MW = 4,9 [SD 1,4]), gefolgt von Ängsten um Angehörige (MW = 4,5 [SD 1,5]), Angst vor einer Infektion im Allgemeinen (MW = 4,0 [SD 1,6]), Angst vor sozialen Konsequenzen (MW = 3,8 [SD 1,7]), Alltagsbeeinträchtigung durch die Ängste (MW = 2,9 [SD 1,6]) sowie Angst vor ökonomischen Auswirkungen (MW = 2,5 [SD 1,7], siehe Abbildung 1C).

Die Mehrheit der Befragten (75,1 %) gab an, dass ihre COVID-19-assoziierten Ängste durch die MG-Erkrankung beeinflusst wurden. Am stärksten ausgeprägt waren Ängste hinsichtlich einer Exazerbation der myasthenen Symptome im Falle einer Infektion (66,6 %), gefolgt von der Angst vor einem erhöhten Infektionsrisiko infolge der immunsuppressiven Medikation (53,9 %), der Sorge vor einem erhöhten Risiko durch die

Erkrankung selbst (31,6 %) und anderen MG-bezogenen Faktoren (9,5 %, siehe Abbildung 1D).

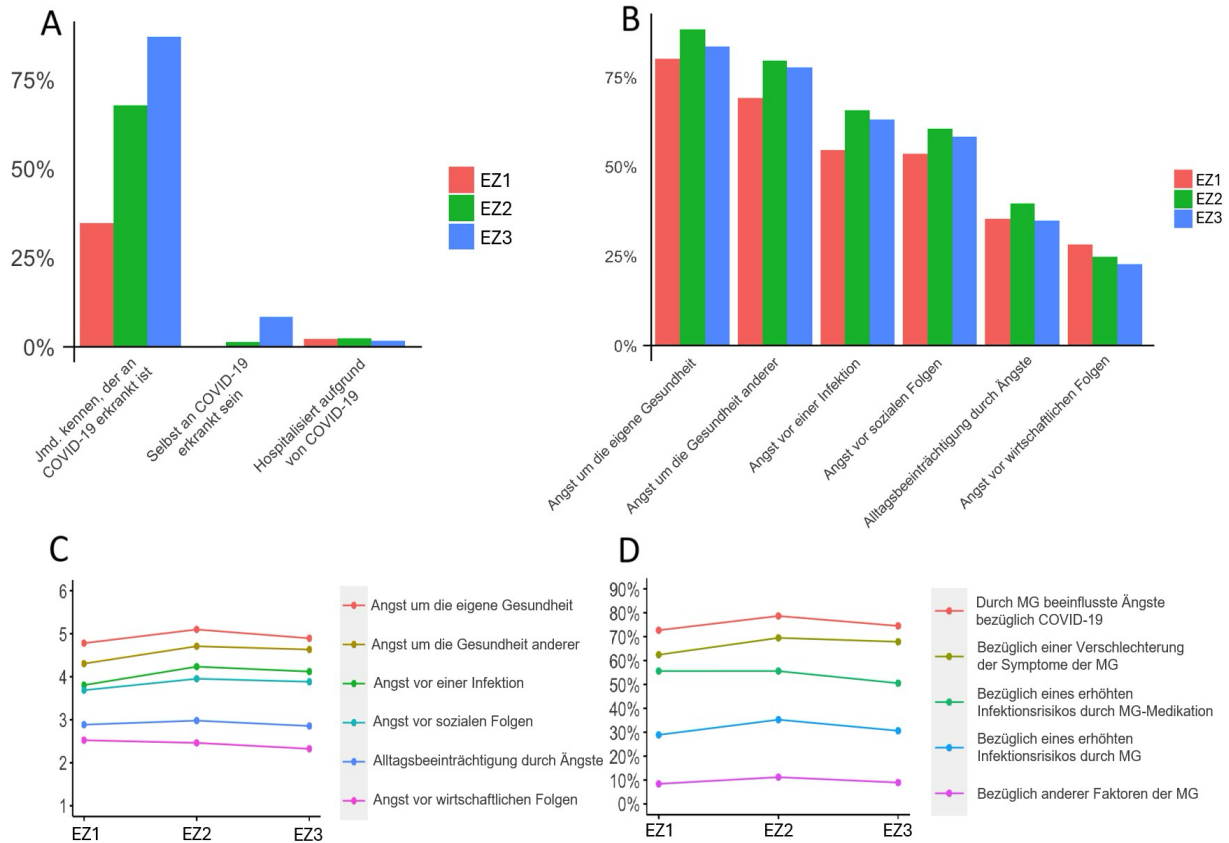


Abb. 1: Exposition gegenüber COVID-19 (A), Prävalenz (B) und Ausprägung (C) COVID-19-assoziiierter und MG-spezifischer Ängste (D) im Verlauf der COVID-19-Pandemie

EZ = Erhebungszeitraum; EZ1: Mai 2020 – Sept. 2020 (n = 322); EZ2: Nov. 2020 – Feb. 2021 (n = 295); EZ3: Nov. 2021 – Feb. 2022 (n = 392)

Likert-Skala von 1 "keine Angst" bis 6 "starke Angst"; dargestellt sind Mittelwerte (C).

Bei der Angabe, dass COVID-19-assoziierte Ängste im Allgemeinen durch MG beeinflusst wurden, konnten mehrere Inhalte MG-spezifischer Ängste ausgewählt werden; dargestellt sind Häufigkeiten (D).

Aus der Originalpublikation übersetzt

1.3.4 Einflussfaktoren COVID-19-assoziiierter Ängste

Die multivariate lineare Regressionsanalyse ergab, dass weibliches Geschlecht, eine immunsuppressive Therapie sowie eine Behandlung mit Rituximab signifikant mit einer stärkeren Angst um die eigene Gesundheit assoziiert waren (siehe Tabelle 2).

Tab. 2: Multivariate Regression: Faktoren, assoziiert mit Angst um die eigene Gesundheit

Charakteristik	Angst um die eigene Gesundheit	p-Wert
	Adjustierter β -Koeffizient (95% KI)	
Alter	0.0 (-0.01 – 0.01)	0.81
Geschlecht		<0.01*
Männlich	Referenz	
Weiblich	0.51 (0.13 – 0.88)	
Krankheitsdauer	0.0 (-0.01 – 0.02)	0.38
MG-ADL	-0.01 (-0.06 – 0.04)	0.69
Medikation**		
Symptomatische Therapie	-0.29 (-0.78 – 0.2)	0.32
Immunsuppressive Therapie	0.7 (0.31 – 1.09)	<0.01*
Rituximab	0.66 (0.05 – 1.27)	0.04*
Akuttherapien	-0.09 (-0.59 – 0.41)	0.40
Keine Medikation	-0.87 (-1.77 – 0.03)	0.10

*Signifikant auf dem 0.05-Niveau

**Referenzen in der angegebenen Reihenfolge: keine symptomatische Therapie, keine immunsuppressive Therapie, kein Rituximab, keine Akuttherapien, beliebige Medikation

MG-ADL = MG-Aktivitäten des täglichen Lebens

Aus der Originalpublikation übersetzt

1.3.5 Impfstatus und Einflussfaktoren

Nach Verfügbarkeit der Impfung im Anschluss an EZ2 ließ sich die Mehrheit der MG-Patient:innen impfen (92,0 %). Die Angst um die eigene Gesundheit war dabei der einzige Faktor, der positiv mit dem Impfstatus assoziiert war. Es zeigte sich hingegen kein Zusammenhang zwischen soziodemographischen oder MG-spezifische Faktoren und dem Impfstatus (siehe Tabelle 3).

Tab. 3: Multivariate logistische Regression: Faktoren, assoziiert mit dem Impfstatus

Charakteristik	Impfung Adjustierte OR (95% KI)	p-Wert
Alter	1.03 (0.99 – 1.06)	0.11
Geschlecht		0.78
Männlich	Referenz	
Weiblich	0.85 (0.28 – 2.59)	
Krankheitsdauer	1.0 (0.95 – 1.04)	0.82
MG-ADL	1.0 (0.88 – 1.13)	0.99
Angst um die eigene Gesundheit	1.71 (1.28 – 2.29)	<0.01*
Medikation		
Symptomatische Therapie	1.59 (0.42 – 6.05)	0.49
Immunsuppressive Therapie	0.93 (0.3 – 2.93)	0.90
Rituximab	0.42 (0.1 – 1.74)	0.23
Akuttherapien	1.59 (0.18 – 14.37)	0.68
Keine Medikation	0.49 (0.08 – 3.01)	0.44

* Signifikant auf dem 0.05-Niveau

MG-ADL = MG-Aktivitäten des täglichen Lebens

Aus der Originalpublikation übersetzt

1.4 Diskussion

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass COVID-19-assoziierte Ängste bei Patient:innen mit MG häufig auftraten. Die stärkste Ausprägung zeigte sich dabei in der Angst um die eigene Gesundheit. Diese Ängste wurden durch die MG-Diagnose beeinflusst, insbesondere durch die Angst vor einer Verschlechterung der myasthenen Symptomatik im Falle einer Infektion sowie durch das erhöhte Infektionsrisiko infolge der immunsuppressiven Therapie. Eine erhöhte Ausprägung der Angst um die eigene Gesundheit zeigte sich zudem bei weiblichen Teilnehmenden, unter Behandlung mit immunsuppressiver Medikation sowie bei einer Therapie mit Rituximab. Die Angst um die eigene Gesundheit erwies sich als einziger statistisch signifikanter Prädiktor für die Inanspruchnahme der COVID-19-Impfung.

Das Zusammenspiel aus einer erhöhten Infektanfälligkeit durch immunsuppressive Therapie und dem Risiko einer Exazerbation der myasthenen Symptome im Falle einer Infektion machte Patient:innen mit MG während der Pandemie zu einer besonders vulnerablen Gruppe (Alcantara et al., 2023; Kassardjian et al., 2020; Mevius et al., 2023). Dies legt nahe, dass das Risiko für COVID-19-assoziierte Ängste stärker ausgeprägt war, ähnlich wie es für andere neurologische Autoimmunerkrankungen beschrieben wurde (Alnajashi und Jabbad, 2020; Ramezani et al., 2021).

Bei einem Großteil der Patient:innen mit MG bezogen sich die COVID-assoziierten Ängste überwiegend auf persönliche, gesundheitsbezogene Aspekte und weniger auf soziale Bereiche. Am stärksten ausgeprägt war dabei die Angst um die eigene Gesundheit. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit früheren Untersuchungen, die darauf hinweisen, dass Gesundheitsängste bei Personen mit chronischen Erkrankungen auch bereits vor der Pandemie häufig vorkamen (Lebel et al., 2020). In einer vergleichbaren Studie in der Allgemeinbevölkerung, die denselben Fragebogen verwendete, zeigte sich eine geringere Prävalenz COVID-19-assoziierten Ängste. Zudem bezogen sich die Ängste hier überwiegend auf die Gesundheit nahestehender Personen (Bendau et al., 2022).

Bei der Mehrzahl der MG-Patient:innen wurden die Ängste durch ihre MG-Diagnose beeinflusst. Im Vordergrund standen insbesondere die Angst vor einer Exazerbation der myasthenen Symptome sowie die Angst vor einem erhöhten Infektionsrisiko infolge der

immunsuppressiven Therapie. Ähnliche Angstinhalte wurden auch für andere Autoimmunerkrankungen wie Multiple Sklerose (MS) und rheumatoide Arthritis (RA) beschrieben. Dort führte die Angst vor einem erhöhtem Infektionsrisiko durch immunsuppressive Therapie in einer Untergruppe sogar dazu, dass Betroffene eigenständig ihre Medikamente absetzten oder änderten (Alnajashi und Jabbad, 2020; Dahm et al., 2023).

Es zeigte sich ferner ein Zusammenhang zwischen weiblichem Geschlecht, immunsuppressiver Therapie sowie der Behandlung mit Rituximab und einer stärkeren Angst um die eigene Gesundheit. Vergleichbare geschlechtsspezifische Unterschiede wurden auch in Studien in der Allgemeinbevölkerung beschrieben. (Bäuerle et al., 2020; Bendau et al., 2021a; Santomauro et al., 2021). Zudem ist bekannt, dass Frauen mit MG häufig eine höhere Krankheitslast aufweisen, was die Ausprägung der Ängste zusätzlich verstärken könnte (Dong et al., 2020; Lee et al., 2018; Lehnerer et al., 2022).

Generalisierte Angst- und Depressionssymptome waren in der Stichprobe nur mild ausgeprägt und vergleichbar mit denen der Allgemeinbevölkerung (Bendau et al., 2022). Die Befunde stehen damit im Gegensatz zu früheren Untersuchungen, die bei Patient:innen mit MG sowie bei Patient:innen mit MS höhere Prävalenzen generalisierter Angst- und Depressionssymptome gezeigt haben (Lehnerer et al., 2022; Zarghami et al., 2022). Eine denkbare Ursache könnte im kurzen Format des PHQ-4 liegen, das möglicherweise zu einer Unterschätzung der Symptome führen könnte. Gleichwohl weist das Instrument zufriedenstellende psychometrische Eigenschaften auf und gilt als valide, auch bei Online-Erhebungen (Bisby et al., 2022; Löwe et al., 2010). Einen weiteren möglichen Erklärungsansatz könnte ein Selektionsbias sein. Die Teilnahme an einer Online-Befragung erfordert ein gewisses Maß an Stabilität, Motivation und Energie. Personen mit höherer psychischer Belastung könnten deshalb unterrepräsentiert sein.

Obwohl die Infektionsraten über die Zeit zunahmen, blieb der Anteil aufgrund von COVID-19 hospitalisierter MG-Patient:innen vergleichsweise gering. In der Allgemeinbevölkerung lagen die Infektionsraten dagegen höher (Robert-Koch-Institut, 2022a). Dies könnte darauf hindeuten, dass MG-Patient:innen aufgrund ihres bekannten Risikoprofils besonders vorsichtig waren, wie beispielsweise durch konsequentes Einhalten von

Abstandsregeln, Maskentragen oder Vermeidung von Reisen (De León-Benedetti et al., 2021).

Die ersten COVID-19-Impfungen wurden in Deutschland ab Ende Dezember 2020 verfügbar (Paul-Ehrlich-Institut, ohne Jahr). Zu Beginn war der Zugang zu Impfungen stark begrenzt und erfolgte gemäß den Empfehlungen der Ständigen Impfkommission (STIKO), die zunächst Risikogruppen priorisierte. Die Mehrheit der MG-Patient:innen wurde aufgrund der Immunsuppression Priorisierungsgruppe zwei zugeordnet. Die übrigen MG-Patient:innen ohne Immunsuppression gehörten spätestens der vierten Priorisierungsgruppe „Erkrankungen des Nervensystems“ an (Robert-Koch-Institut, 2021). Die Mehrheit der Teilnehmenden erhielt ihre erste Impfung im Frühjahr 2021 (92 %), weshalb entsprechende Fragen im EZ3 in die Befragung aufgenommen wurden. Ab Juni 2021 war die Impfung auch für die Allgemeinbevölkerung verfügbar (Die Bundesregierung, 2021). Bis zum Ende der Datenerhebung hatten 92 % der MG-Patient:innen eine Impfung erhalten. Der einzige signifikante Prädiktor für den Impfstatus war dabei die Angst um die eigene Gesundheit, wobei weder die Krankheitsschwere, noch eine immunsuppressive Therapie einen signifikanten Zusammenhang zeigten. Diese Ergebnisse unterstreichen die Relevanz gesundheitsbezogener Ängste im Kontext von Impfentscheidungen. Vergleichbare Befunde wurden auch in Studien in der Allgemeinbevölkerung beschrieben (Bendau et al., 2021b; Fadhel et al., 2024; Mertens et al., 2022). Die Impfquote in Deutschland lag insgesamt niedriger (76 %) (Robert-Koch-Institut, 2022b), was möglicherweise auf ein geringeres Maß gesundheitsbezogener Ängste in der Allgemeinbevölkerung zurückzuführen ist. Weitere in der Literatur beschriebene Prädiktoren für die Impfbereitschaft sind das Impfverhalten im sozialen Umfeld, ein höheres Alter sowie das Vertrauen in staatliche Institutionen (Yan et al., 2022; Yuan et al., 2024).

Die vorliegende Untersuchung weist bestimmte Limitationen auf. Aufgrund des Beobachtungsdesigns lassen sich keine kausalen Zusammenhänge ableiten. Zudem wurde die Stichprobe über eine Gelegenheitsstichprobe rekrutiert, was ihre Repräsentativität einschränken könnte. Dabei könnten insbesondere ältere MG-Patient:innen unterrepräsentiert sein, da das Durchschnittsalter bei 53 Jahren lag. Auch

die ausschließliche Online-Erhebung kann zu Verzerrungen führen und vorrangig digital affine Personen zur Teilnahme motivieren.

Zudem sind internationale Vergleiche erschwert, da Infektionsgeschehen, politische Maßnahmen und Unterstützungsangebote zwischen Ländern stark variierten (Daly und Robinson, 2021; Prati und Mancini, 2021). Unterschiedliche Definitionen und Messinstrumente für Ängste tragen ebenfalls zu divergierenden Ergebnissen bei (Necho et al., 2021).

Ein weiterer limitierender Aspekt betrifft die ausschließliche Erhebung von Selbstangaben, die potenziell mit Antwortverzerrungen einhergehen können.

Zusammenfassend weisen die Ergebnisse der Studie darauf hin, dass MG-Patient:innen während der Pandemie häufiger unter gesundheitsbezogenen Ängsten litten als die Allgemeinbevölkerung. Neue Untersuchungen zeigen, dass Einsamkeit inzwischen abgenommen hat, während Angst- und Depressionssymptome weitgehend stabil geblieben sind (Autenrieth et al., 2024). Dies weist auf einen anhaltenden psychischen Einfluss der COVID-19-Pandemie hin und unterstreicht die Notwendigkeit routinemäßiger Angst- und Depressionsscreenings in der klinischen Praxis. Darüber hinaus betonen die Ergebnisse die Relevanz, psychische Gesundheitsaspekte bei MG-Patient:innen auch in zukünftigen Pandemien oder vergleichbaren Gesundheitskrisen zu berücksichtigen.

1.5 Zusammenfassung

Einleitung: Während der COVID-19-Pandemie zeigte sich in der Allgemeinbevölkerung eine hohe Prävalenz COVID-19-assoziierten Ängste. Es ist anzunehmen, dass diese Ängste bei Menschen aus Risikogruppen stärker ausgeprägt sind und ggf. durch krankheitsspezifische Parameter beeinflusst werden. Dabei galten MG-Patient:innen während der Pandemie in zweifacher Hinsicht als gefährdet. Zum einen erhöht die zumeist notwendige immunsuppressive und/oder immunmodulatorische myastheniespezifische Therapie das Infektionsrisiko, zum anderen kann eine COVID-19-Infektion zu einer Verschlechterung der myasthenen Symptomatik bis hin zur respiratorischen Insuffizienz führen. In der vorliegenden prospektiven, longitudinalen

Studie wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren COVID-19-assoziierte Ängste bei MG-Patient:innen sowie deren Zusammenhang mit MG-spezifischen Faktoren (zum Beispiel Krankheitsschwere, immunsuppressive Behandlung) und Impfstatus untersucht.

Methoden: Zwischen Mai 2020 und Februar 2022 erfolgte zu drei Erhebungszeitpunkten eine Onlinebefragung, an der insgesamt 648 MG Patient:innen (> 1000 beantwortete Fragebögen) teilnahmen. COVID-19- und MG-assoziierte Ängste, Risikofaktoren sowie der Zusammenhang mit dem Impfstatus wurden erfasst und anhand deskriptiver, univariater und multivariater Verfahren ausgewertet.

Ergebnisse: Es zeigte sich eine hohe Prävalenz COVID-19-assoziiierter Ängste, wobei die Angst um die eigene Gesundheit am stärksten ausgeprägt war (83,9 % insgesamt). Die Diagnose Myasthenia gravis beeinflusste die Ängste (75,1 %). Dabei waren die Angst vor einer Symptomverschlechterung sowie einem erhöhten Infektionsrisiko durch eine immunsuppressive Therapie vorrangig. Eine erhöhte Angst um die eigene Gesundheit war mit weiblichem Geschlecht und immunsuppressiver Therapie inklusive Rituximab assoziiert. Zudem zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Angst um die eigene Gesundheit und dem Impfstatus.

Schlussfolgerungen: Bei Patient:innen mit MG zeigte sich eine hohe Prävalenz COVID-19-assoziiierter Ängste, wobei von einem weiterhin bestehenden Einfluss ausgegangen werden kann. Die Ergebnisse unterstreichen die Relevanz einer routinemäßiger Erfassung von Ängsten und psychischer Belastung in der klinischen Betreuung sowie deren Berücksichtigung auch bei zukünftigen Pandemien und Gesundheitskrisen.

1.6 Literaturverzeichnis der deutschen Zusammenfassung

Akinwande MO, Dikko HG, Samson A. Variance Inflation Factor: As a Condition for the Inclusion of Suppressor Variable(s) in Regression Analysis. *Open J. Stat.* 2015; 05: 754–767

Alcantara M, Koh M, Park AL, Bril V, Barnett C. Outcomes of COVID-19 Infection and Vaccination Among Individuals With Myasthenia Gravis. *JAMA Netw. Open.* 2023; 6: e239834

Alnajashi H, Jabbad R. Behavioral practices of patients with multiple sclerosis during Covid-19 pandemic. Lavorgna L, ed. *PLOS ONE.* 2020; 15: e0241103

Autenrieth LK, Asselmann E, Melzig CA, Benke C. Fear of COVID-19 predicts increases in anxiety, depressive symptoms, health anxiety, psychosocial distress, and loneliness: Findings from a prospective two-year follow-up study. *J. Psychiatr. Res.* 2024; 177: 162–168

Bäuerle A, Teufel M, Musche V, Weismüller B, Kohler H, Hetkamp M, Dörrie N, Schweda A, Skoda E-M. Increased generalized anxiety, depression and distress during the COVID-19 pandemic: a cross-sectional study in Germany. *J. Public Health.* 2020; 42: 672–678

Beckmann J, Petzold M, Betzler F, Ströhle A, Bendau A, Dusemund C, Petzold GC, Meisel A, Hoffmann S. Anxiety in Myasthenia Gravis Patients Throughout the COVID-19 Pandemic—Prevalence, Risk Factors, and Association With Vaccination Status. *Brain Behav.* 2025; 15: e70878

Bendau A, Asselmann E, Plag J, Petzold MB, Ströhle A. 1.5 years pandemic – Psychological burden over the course of the COVID-19 pandemic in Germany: A nine-wave longitudinal community study. *J. Affect. Disord.* 2022; 319: 381–387

Bendau A, Petzold MB, Wyka S, Pyrkosch L, Plag J, Ströhle A. Ängste in Zeiten von COVID-19 und anderen Gesundheitskrisen. *Nervenarzt.* 2021a; 92: 417–425

Bendau A, Plag J, Petzold MB, Ströhle A. COVID-19 vaccine hesitancy and related fears and anxiety. *Int. Immunopharmacol.* 2021b; 97: 107724

Bisby MA, Karin E, Scott AJ, Dudeney J, Fisher A, Gandy M, Hathway T, Heriseanu AI, Staples L, Titov N, Dear BF. Examining the psychometric properties of brief screening measures of depression and anxiety in chronic pain: The Patient Health Questionnaire 2-item and Generalized Anxiety Disorder 2-item. *Pain Pract.* Wiley, 2022; 22: 478–486

Burns TM, Conaway MR, Cutter GR, Sanders DB, The Muscle Study Group. Less is more, or almost as much: A 15-item quality-of-life instrument for myasthenia gravis. *Muscle Nerve.* 2008; 38: 957–963

Dahm S, Henes JC, Saur SJ. Unauthorized change of immunosuppressants by patients with rheumatic diseases in the COVID-19 pandemic: a cross-sectional analysis of a patient survey. *Rheumatol. Int.* 2023; 43: 1363–1367

Daly M, Robinson E. Psychological distress and adaptation to the COVID-19 crisis in the United States. *J. Psychiatr. Res.* 2021; 136: 603–609

De León-Benedetti A, Aban I, McPherson T, Granit V, Benatar M, Cutter G, Lee I. Impact of the COVID-19 pandemic on Myasthenia Gravis patients: A survey of the Myasthenia Gravis Foundation of America Registry (1887). *Neurology.* 2021; 96: 1887

Delpino FM, Da Silva CN, Jerônimo JS, Mulling ES, Da Cunha LL, Weymar MK, Alt R, Caputo EL, Feter N. Prevalence of anxiety during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis of over 2 million people. *J. Affect. Disord.* 2022; 318: 272–282

Die Bundesregierung. Impfpriorisierung aufgehoben [Internet]. 2021: [cited 2024 Aug 18] Available from: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/archiv/corona-impfung-priorisierung-entfaellt-1914756>

Dong D, Chong MK, Wu Y, Kaminski H, Cutter G, Xu X, Li H, Zhao C, Yin J, Yu S, Zhu J. Gender differences in quality of life among patients with myasthenia gravis in China. *Health Qual. Life Outcomes.* 2020; 18: 296

Fadhel FH, Sufyan NS, Alqahtani MMJ, Almaamari AA. Anxiety and fear of COVID-19 as potential mechanisms to explain vaccine hesitancy among adults. *Front. Psychiatry*

[Internet]. Frontiers Media SA, 2024 [cited 2025 July 27]; 15 Available from: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyt.2024.1376567/full>

Gilbar O, Gelkopf M, Berger R, Greene T. Risk factors for depression and anxiety during COVID-19 in Israel: A two-wave study before and during the pandemic. *Stress Health*. 2022; 38: 736–745

Gilhus NE, Romi F, Hong Y, Skeie GO. Myasthenia gravis and infectious disease. *J. Neurol*. 2018; 265: 1251–1258

Gummi RR, Kukulka NA, Deroche CB, Govindarajan R. Factors associated with acute exacerbations of myasthenia gravis. *Muscle Nerve*. 2019; 60: 693–699

Guo Y, Cheng C, Zeng Y, Li Y, Zhu M, Yang W, Xu H, Li X, Leng J, Monroe-Wise A, Wu S. Mental Health Disorders and Associated Risk Factors in Quarantined Adults During the COVID-19 Outbreak in China: Cross-Sectional Study. *J. Med. Internet Res*. 2020; 22: e20328

Hubbard G, Den Daas C, Johnston M, Dixon D. Sociodemographic and Psychological Risk Factors for Anxiety and Depression: Findings from the Covid-19 Health and Adherence Research in Scotland on Mental Health (CHARIS-MH) Cross-sectional Survey. *Int. J. Behav. Med*. 2021; 28: 788–800

Inter-Agency Standing Committee. Briefing note on addressing mental health and psychosocial aspects of COVID-19 Outbreak- Version 1.1. 2020 [cited 2025 Sept 27]; Available from: <https://interagencystandingcommittee.org/system/files/2020-03/MHPSS%20COVID19%20Briefing%20Not%20e%202%20March%202020-English.pdf>

Jakubíková M, Týblová M, Tesař A, Horáková M, Vlažná D, Ryšánková I, Nováková I, Dolečková K, Dušek P, Piřha J, Voháňka S, Bednařík J. Predictive factors for a severe course of COVID-19 infection in myasthenia gravis patients with an overall impact on myasthenic outcome status and survival. *Eur. J. Neurol*. 2021; 28: 3418–3425

Kassardjian CD, Widdifield J, Paterson JM, Kopp A, Nagamuthu C, Barnett C, Tu K, Breiner A. Serious infections in patients with myasthenia gravis: population-based cohort study. *Eur. J. Neurol.* 2020; 27: 702–708

Kim JH. Multicollinearity and misleading statistical results. *Korean J. Anesthesiol.* 2019; 72: 558–569

Lebel S, Mutsaers B, Tomei C, Leclair CS, Jones G, Petricone-Westwood D, Rutkowski N, Ta V, Trudel G, Laflamme SZ, Lavigne A-A, Dinkel A. Health anxiety and illness-related fears across diverse chronic illnesses: A systematic review on conceptualization, measurement, prevalence, course, and correlates. Kavushansky A, ed. *PLOS ONE.* 2020; 15: e0234124

Lee I, Kaminski HJ, Xin H, Cutter G. Gender and quality of life in myasthenia gravis patients from the myasthenia gravis foundation of America registry. *Muscle Nerve.* 2018; 58: 90–98

Lehnerer S, Jacobi J, Schilling R, Grittner U, Marbin D, Gerischer L, Stascheit F, Krause M, Hoffmann S, Meisel A. Burden of disease in myasthenia gravis: taking the patient's perspective. *J. Neurol.* 2022; 269: 3050–3063

Lenharo M. WHO declares end to COVID-19's emergency phase. *Nature.* 2023; : d41586-023-01559-z

Löwe B, Wahl I, Rose M, Spitzer C, Glaesmer H, Wingenfeld K, Schneider A, Brähler E. A 4-item measure of depression and anxiety: Validation and standardization of the Patient Health Questionnaire-4 (PHQ-4) in the general population. *J. Affect. Disord.* 2010; 122: 86–95

Mertens G, Lodder P, Smeets T, Duijndam S. Fear of COVID-19 predicts vaccination willingness 14 months later. *J. Anxiety Disord. Elsevier BV,* 2022; 88: 102574

Mevius A, Jöres L, Biskup J, Heidbrede T, Mahic M, Wilke T, Maywald U, Lehnerer S, Meisel A. Epidemiology and treatment of myasthenia gravis: a retrospective study using a large insurance claims dataset in Germany. *Neuromuscul. Disord.* 2023; 33: 324–333

Necho M, Tsehay M, Birkie M, Biset G, Tadesse E. Prevalence of anxiety, depression, and psychological distress among the general population during the COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Soc. Psychiatry*. 2021; 67: 892–906

Nelke C, Stascheit F, Eckert C, Pawlitzki M, Schroeter CB, Huntemann N, et al. Independent risk factors for myasthenic crisis and disease exacerbation in a retrospective cohort of myasthenia gravis patients. *J. Neuroinflammation*. 2022; 19: 89

Neumann B, Angstwurm K, Mergenthaler P, Kohler S, Schönenberger S, Bösel J, et al. Myasthenic crisis demanding mechanical ventilation: A multicenter analysis of 250 cases. *Neurology*. 2020; 94: e299–e313

Paul-Ehrlich-Institut. COVID-19 Vaccines [Internet]. [cited 2023 Dec 22] Available from: <https://www.pei.de/EN/newsroom/hp-news/2024/functions/2-rico-study-vaccination-campaign-in-germany.html>

Petzold MB, Bendau A, Plag J, Pyrkosch L, Mascarell Maricic L, Betzler F, Rogoll J, Große J, Ströhle A. Risk, resilience, psychological distress, and anxiety at the beginning of the COVID-19 pandemic in Germany. *Brain Behav.* [Internet]. 2020 [cited 2022 Nov 12]; 10 Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/brb3.1745>

Prati G, Mancini AD. The psychological impact of COVID-19 pandemic lockdowns: a review and meta-analysis of longitudinal studies and natural experiments. *Psychol. Med*. 2021; 51: 201–211

Qiu J, Shen B, Zhao M, Wang Z, Xie B, Xu Y. A nationwide survey of psychological distress among Chinese people in the COVID-19 epidemic: implications and policy recommendations. *Gen. Psychiatry*. 2020; 33: e100213

Ramezani N, Ashtari F, Bastami EA, Ghaderi K, Hosseini SM, Naeini MK, Rajabi F, Adibi I. Fear and anxiety in patients with multiple sclerosis during COVID-19 pandemic; report of an Iranian population. *Mult. Scler. Relat. Disord*. 2021; 50: 102798

Revelle W. psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research [Internet]. Evanston, Illinois: Northwestern University, 2022:Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=psych>

Robert-Koch-Institut. STIKO-Empfehlungen zur COVID-19-Impfung [Internet]. 2021: [cited 2023 Dec 22]Available from: https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Impfen/ImpfungenAZ/COVID-19/Stufenplan.pdf?__blob=publicationFile

Robert-Koch-Institut. Täglicher Lagebericht des RKI zur Coronavirus-Krankheit-2019 (COVID-19) - 28.02.2022- Aktualisierter Stand für Deutschland [Internet]. 2022a: [cited 2024 Sept 24]Available from: https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Feb_2022/2022-02-28-de.pdf?__blob=publicationFile

Robert-Koch-Institut. Deutschland_Impfquoten_COVID-19 [Internet]. 2022b: [cited 2024 Aug 18]Available from: https://github.com/robert-koch-institut/COVID-19-Impfungen_in_Deutschland/blob/main/Archiv/2022-03-01_Deutschland_Impfquoten_COVID-19.csv

Santomauro DF, Mantilla Herrera AM, Shadid J, Zheng P, Ashbaugh C, Pigott DM, et al. Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *The Lancet*. 2021; 398: 1700–1712

Tugasworo D, Kurnianto A, Retnaningsih, Andhitara Y, Ardhini R, Budiman J. The relationship between myasthenia gravis and COVID-19: a systematic review. *Egypt. J. Neurol. Psychiatry Neurosurg*. 2022; 58: 83

Wolfe GI, Herbelin L, Nations SP, Foster B, Bryan WW, Barohn RJ. Myasthenia gravis activities of daily living profile. *Neurology*. 1999; 52: 1487–1487

Yan E, Lai DWL, Ng HKL, Lee VWP. Predictors of COVID-19 actual vaccine uptake in Hong Kong: A longitudinal population-based survey. *SSM - Popul. Health*. Elsevier BV, 2022; 18: 101130

Yasuda H, Tsukune Y, Watanabe N, Sugimoto K, Uchimura A, Tateyama M, Miyashita Y, Ochi Y, Komatsu N. Persistent COVID-19 Pneumonia and Failure to Develop Anti-SARS-CoV-2 Antibodies During Rituximab Maintenance Therapy for Follicular Lymphoma. *Clin. Lymphoma Myeloma Leuk.* 2020; 20: 774–776

Yuan J, Xu Y, Wong IOL, Lam WWT, Ni MY, Cowling BJ, Liao Q. Dynamic predictors of COVID-19 vaccination uptake and their interconnections over two years in Hong Kong. *Nat. Commun.* [Internet]. Springer Science and Business Media LLC, 2024 [cited 2025 July 27]; 15 Available from: <https://www.nature.com/articles/s41467-023-44650-9>

Zarghami A, Hussain MA, Campbell JA, Ezegbe C, van der Mei I, Taylor BV, Claflin SB. Psychological impacts of COVID-19 pandemic on individuals living with multiple sclerosis: A rapid systematic review. *Mult. Scler. Relat. Disord.* 2022; 59: 103562

2. Veröffentlichung

Dieser Publikationsdissertation liegt die folgende, unabhängig begutachtete Veröffentlichung zugrunde:

Beckmann J, Petzold M, Betzler F, Ströhle A, Bendau A, Dusemund C, Petzold GC, Meisel A, Hoffmann S. Anxiety in Myasthenia Gravis Patients Throughout the COVID-19 Pandemic—Prevalence, Risk Factors, and Association With Vaccination Status. *Brain Behav.* 2025; 15: e70878. <https://doi.org/10.1002/brb3.70878>

3. Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde in der Klinik für Neurologie des Universitätsklinikums Bonn unter Betreuung von Prof. Gabor Petzold in Kooperation mit der Klinik für Neurologie der Charité Universitätsmedizin Berlin unter Betreuung von Prof. Sarah Hoffmann durchgeführt.

Dabei wirkte ich aktiv bei der Erarbeitung der im Projekt verwendeten Fragebögen und der Formulierung der Hypothesen mit. Unter Anleitung beteiligte ich mich zudem an der Zusammenstellung der Unterlagen für den Ethikantrag.

Im Rahmen der Datenerhebung war ich verantwortlich für die Sicherstellung der Datenvollständigkeit und -qualität, überwachte den Dateneingang und die Nachrekrutierung der Teilnehmenden.

Die Datenbereinigung und statistische Analyse in R führte ich eigenständig durch und erstellte die Tabellen und Abbildungen.

Die Ergebnisse interpretierte ich eigenständig, reflektierte diese kritisch und formulierte die Schlussfolgerungen im Kontext der aktuellen Literatur. Zudem verfasste ich eigenständig die englischsprachige Originalpublikation sowie die deutsche Zusammenfassung im Rahmen der Dissertation.

Bei der Erstellung dieser Arbeit verwendete ich ChatGPT, um die Lesbarkeit und Sprache des Manuskripts zu verbessern. Nach der Verwendung dieses Tools habe ich die entsprechenden Passagen überprüft und bearbeitet und übernehme die volle Verantwortung für den Inhalt der veröffentlichten Dissertationsschrift.

Ich versichere, die Dissertationsschrift selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

4. Danksagung

Mein herzlicher Dank gilt Frau Prof. Dr. Sarah Hoffmann für ihre kontinuierliche, ermutigende Unterstützung und engagierte Begleitung während der gesamten Promotionszeit. Ihre Erfahrung und ihr wertvolles Feedback haben entscheidend dazu beigetragen, den Artikel zu meiner Dissertation erfolgreich zu veröffentlichen.

Darüber hinaus danke ich Herrn Prof. Dr. Gabor Petzold herzlich für seine fachkundige Begleitung, seine wertvollen Anmerkungen und seine Unterstützung bei der Entstehung der Arbeit.

Außerdem möchte ich meiner Familie und meinen Freund:innen von Herzen danken für ihre beständige Ermutigung, ihre Geduld und ihre Unterstützung während der gesamten Zeit.