

### **Posttraumatisches Wachstum bei Polytraumapatient\*innen nach mehr als 20 Jahren**

Kalbas Y, Halvachizadeh S, Kumabe Y, et al. Post-traumatic growth in polytraumatized patients after 20+ years: a long-term follow-up study of 337 patients treated at a level 1 trauma center. Eur J Trauma Emerg Surg. 2023;49(3):1279-1286. doi:10.1007/s00068-022-02022-w

Diese Studie basiert auf Traumaopfern aus einer bereits erstellten Datenbank für eine in einem deutschen Level 1 Traumazentrum durchgeführte Follow-up-Studie, die auf psychosoziale Langzeitfolgen abzielte. Einschlusskriterien waren ein Alter von 3 bis 60 Jahren zum Zeitpunkt der Verletzung, während Amputationen der oberen und unteren Extremitäten sowie Querschnittslähmung die Ausschlusskriterien bildeten. Zum Zeitpunkt der Datenbankerstellung wurde ein Polytrauma nach der Definition von Tscherne (1966) klassifiziert: mindestens zwei Frakturen langer Knochen oder eine lebensbedrohliche Verletzung und mindestens eine weitere Verletzung oder ein schweres SHT.

Die Autor\*innen evaluierten 631 Patienten\*innen, die von 1/1973 bis 12/1990 wegen eines Polytraumas behandelt worden waren, mehr als 20 Jahre später. 242 (38 %) Patient\*innen konnten nicht kontaktiert werden und 36 (5,6 %) waren verstorben. Der Rest erhielt einen eigenständig auszufüllenden Fragebogen mit 37 Items aus der Stress-related Growth Scale (SRGS) und dem Post-traumatic Growth Inventory (PGI). 337 (52,9 %) Polytraumaopfer sandten einen vollständigen und leserlichen Fragebogen zurück; sie bildeten die Studienpopulation (mittleres Alter zum Verletzungszeitpunkt = 25,4 Jahre; 66,2 % männlich; medianer ISS = 19, mittleres Alter zum Follow-up-Zeitpunkt = 52 Jahre; mediane Zeitdauer seit der Verletzung = 28 Jahre).

Posttraumatisches Wachstum (PTG) beschreibt wahrgenommene Veränderungen in der Einstellung oder Weltanschauung einer Person als Reaktion auf einen intensiven Stressfaktor wie Schmerz, körperliche Einschränkungen oder psychisches Trauma. Durch Verstehen, Verarbeiten und Akzeptieren der Situation ist es möglich, ein traumatisches Ereignis in die persönliche Erfahrung zu reintegrieren und persönliches Wachstum in Bereichen wie Wertschätzung des Lebens, neue Möglichkeiten, Beziehungen zu anderen, persönliche Stärken und spirituelle Veränderung zu erzielen, die in dieser Studie quantifiziert wurden.

96,5 % der Patient\*innen berichteten über einen Fortschritt bei mindestens einem der 37 Items. Etwa ein Drittel der Mehrfachverletzten bemerkte deutliche Verbesserungen in Bezug auf ihre Beziehung zu anderen (29,2 %), die Wertschätzung des Lebens (36,2 %) und die Einstellung zu neuen Möglichkeiten (32,5 %). Eine logistische Regression identifizierte demografische Merkmale (Frauen, Verheiratete, Ältere und eine höhere Verletzungsschwere) als signifikante positive Prädiktoren für die Entwicklung von PTG.

## Die Auswirkung des Alters auf die Resilienz der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Polytraumapatient\*innen

de Vries R, Reininga I, de Graaf M, et al. The effect of age on resilience of health-related quality of life among polytrauma patients: a cross-sectional multicenter study. *Eur J Trauma Emerg Surg.* 2023;49(2):825-835. doi:10.1007/s00068-022-02135-2

Diese multizentrische Querschnittsstudie umfasste alle überlebenden erwachsenen Polytraumapatient\*innen (ISS  $\geq 16$ ), die von 1/2013 bis 1/2017 in einem der drei teilnehmenden niederländischen Traumazentren behandelt worden waren. Patient\*innen- und verletzungsspezifische Daten wurden dem Dutch Trauma Registry entnommen. Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen des Alters auf die von den Patient\*innen angegebene gesundheitsbezogene Lebensqualität (HRQoL) und die Fähigkeit zur Anpassung an belastende negative Ereignisse nach einem Polytrauma zu evaluieren. Der niederländische EuroQol (EQ-5D-5L) und das Short Musculoskeletal Function Assessment (SMFA) wurden als generische Maße zur Analyse der HRQoL verwendet.

Im Jahr 2018 erhielten 632 erreichbare Überlebende eines Polytraumas die beiden Fragebögen, die 363 (57 %) ausgefüllt zurückschickten. Diese Patient\*innen (71 % männlich) waren im Mittel 53 Jahre alt (11,8 %  $\geq 75$  Jahre) und hatten einen medianen ISS von 21. Die mediane Follow-up-Zeit betrug 35 Monate. Im Vergleich zu den Nicht-Antwortgebern war das mittlere Alter der Antwortgeber signifikant höher (53 Jahre versus 45 Jahre) und ihre mediane Krankenhausaufenthaltsdauer signifikant länger (13 Tage versus 11 Tage). Das Geschlechterverhältnis, die Monate der Nachbeobachtung, die Verletzungsmerkmale (ISS und AIS  $\geq 3$  in den einzelnen Körperregionen) und die klinischen Parameter zeigten hingegen keine signifikanten Unterschiede.

Das Erleiden eines Polytraumas führte zu einer ernsthaften Verschlechterung der HRQoL. Der mittlere EQ-5D-5L-Wert der Antwortgeber betrug 0,73. Mit zunehmendem Alter sanken die Werte in den SMFA-Subskalen "Dysfunktion der oberen Extremitäten", "Dysfunktion der unteren Extremitäten" und "Aktivitäten des täglichen Lebens" deutlich. Bei den nicht-physischen Komponenten der Lebensqualität wurde jedoch kein eindeutiger Zusammenhang mit dem Alter festgestellt.

Nur 42 % der Patient\*innen wurden auf der Grundlage des EQ-5D-5L-Scores als resilient eingestuft. Patient\*innen im Alter von 60-69 Jahren wiesen die höchste Resilienz auf (56 %), und die über 80-Jährigen zeigten die geringste Resilienz (0 %).

## Erholung von Anämie nach einem Trauma

Kelly LS, Munley JA, Kannan KB, et al. Anemia Recovery after Trauma: A Longitudinal Study. *Surg Infect (Larchmt).* 2023;24(1):39-45. doi:10.1089/sur.2022.299

Diese prospektive Beobachtungsstudie wurde an einem US-amerikanischen Level 1 Traumazentrum von 10/2017 bis 6/2021 durchgeführt. Die Einschlusskriterien waren ein Patient\*innenalter von mindestens 18 Jahren, ein ISS  $\geq 15$ , ein hämorrhagischer Schock zum Zeitpunkt der Aufnahme sowie eine Beckenfraktur oder eine Fraktur langer Röhrenknochen der unteren Extremitäten, die eine operative

Versorgung erforderte. Ausgeschlossen wurden Verletzte, die weniger als 48 Stunden überlebten. Blutproben wurden am Tag der operativen Frakturstabilisierung, nach zwei Wochen sowie nach einem, drei und sechs Monaten entnommen.

Die Studienpopulation bestand aus 73 Patient\*innen (63 % männlich) mit einem medianen Alter von 46 Jahren, einem medianen ISS von 27 und einer Letalitätsrate von 1 %. Die Anämierate betrug nach dem Trauma 100 %, nach zwei Wochen 97 %, nach einem Monat 80 %, nach drei Monaten 52 % und nach sechs Monaten 30 %. Die verletzungsbedingten Erhöhungen von Erythropoietin, Interleukin-6 und C-reaktivem Protein verschwanden nach einem, drei bzw. sechs Monaten. Die mittleren Konzentrationen des Granulozyten-Kolonie-stimulierenden Faktors (G-CSF) und des Tumor-Nekrose-Faktors (TNF)- $\alpha$  blieben während des gesamten sechsmonatigen Nachbeobachtungszeitraums erhöht.

Patient\*innen mit persistierender Anämie hatten eine längere Verweildauer auf der Intensivstation und im Krankenhaus, mehr infektiöse Komplikationen und erhielten mehr Transfusionen mit gepackten Erythrozyten als jene, die sich frühzeitig von der Anämie erholten, wobei alle diese Parameter statistische Signifikanz erreichten.

## **Die Fixierung von Humerusschaftfrakturen bei Polytraumapatient\*innen verbessert die Kurzzeitergebnisse nicht**

Ritter V, Lin FC, Miller A, Ostrum RF. Fixation of humerus shaft fractures in polytrauma patients does not improve short-term outcomes. *Injury*. 2023;54(2):573-577. doi:10.1016/j.injury.2022.11.060

Diese retrospektive Studie beruht auf den Daten der US-amerikanischen National Trauma Data Bank. Mit ihrer Hilfe wurden Polytraumapatient\*innen (ISS  $\geq$  14) identifiziert, die von 2010 bis 2015 eine Oberarmschaftfraktur erlitten hatten. Diese wurden in Verletzte mit einer nichtoperativen Humerusschaftfraktur (Gruppe 1; n = 395), einer Humerusstabilisierung an Tag 1 (Gruppe 2; n = 1346) und einer Humerusstabilisierung ab dem zweiten Tag (Gruppe 3; n = 1318) unterteilt. In Gruppe 3 betrug die mittlere Zeitdauer bis zur Operation 3 Tage.

Während sich die drei Gruppen im GCS (< 15 versus = 15) nicht unterschieden, offenbarte ein Gruppenvergleich eine signifikant unterschiedliche Verteilung bezüglich des ISS (< 14 versus  $\geq$  14). In Gruppe 1 wiesen 44 % der Traumaopfer einen ISS  $\geq$  14 auf, in Gruppe 2 58 % und in Gruppe 3 53 %. Bezüglich der Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation und der Anzahl der Beatmungstage wurde kein Unterschied festgestellt. Des Weiteren unterschieden sich Gruppe 1 und 3 sowie Gruppe 2 und 3 nicht in der Dauer des Krankenhausaufenthalts, während die Patient\*innen in Gruppe 1 schneller entlassen wurden als jene in Gruppe 2.

Ein Vergleich von Polytraumaopfern mit offenen und geschlossenen Frakturen zeigte, dass jene mit offenen Frakturen einen Tag früher behandelt, aber einen Tag später entlassen worden waren. In Bezug auf die Anzahl der Beatmungstage und die Dauer des Aufenthalts auf der Intensivstation wurde hingegen kein Unterschied festgestellt.

Die Ergebnisse ihrer Studie veranlassen die Autor\*innen zu der Behauptung, dass die Fixierung des Humerusschafts bei Mehrfachverletzten keinen kurzfristigen Nutzen bringt.

## Früher Einsatz der extrakorporalen Membranoxygenierung bei Traumapatient\*innen

Lammers D, Rokayak O, Uhlich R, et al. Early Use of Extracorporeal Membrane Oxygenation for Traumatically Injured Patients: A National Trauma Database Analysis. Am Surg. 2023;89(8):3399-3405. doi:10.1177/00031348231161082.

Diese retrospektive Analyse erhob alle Patient\*innen ( $\geq 18$  Jahre), die von 2017 bis 2019 in die Trauma Quality Improvement Program (TQIP)-Datenbank des American College of Surgeons eingetragen worden waren und eine ECMO erhalten hatten, wobei der Schwerpunkt auf jenen lag, die innerhalb der ersten 24 Stunden ihres Krankenhausaufenthalts damit behandelt worden waren. *Die TQIP-Datenbank enthält In-Hospital-Daten für Verletzte mit einem AIS  $\geq 3$  in mindestens einer Körperregion.*

696 Verletzte (mittleres Alter = 35 Jahre; mittlerer ISS = 29; 82 % männlich; 5,3 % penetrierendes Trauma, Letalitätsrate = 35,3 %) bildeten die Studienpopulation. Von ihnen wurden 234 innerhalb der ersten 24 Stunden (Gruppe  $\leq 24$  h) und 464 zu irgendeinem Zeitpunkt (Gruppe  $> 24$  h) an eine ECMO angeschlossen. Diese beiden Gruppen unterschieden sich signifikant im mittleren Alter (32,6 Jahre versus 36,2 Jahre), dem mittleren ISS (31 versus 28), dem Anteil an männlichen Verletzten (86,4 % versus 80,0 %) und an penetrierendem Trauma (9,0 % versus 3,4 %) sowie in der Letalitätsrate (42,1 % versus 32 %). Bei den Patient\*innen, bei denen eine Thorakotomie zur offenen Reanimation durchgeführt wurde, lag die Sterblichkeitsrate bei 53,3 %.

In der Gruppe  $\leq 24$  h waren ARDS (43 %), akute Nierenschädigung (29,3 %), Herzstillstand (24,2 %), tiefe Venenthrombose (15,7 %) und beatmungsassoziierte Pneumonie (14,3 %) die häufigsten Krankenhauskomplikationen, wobei das Auftreten von ARDS (22,6 % versus 54,7 %), akuter Nierenschädigung (22,0 % versus 33,6 %) und Pneumonie (8,8 % versus 17,5 %) signifikant niedriger als in der Gruppe  $> 24$  h war.

In der Studienpopulation erlitten 9,3 % der Patient\*innen einen prähospitalen Herzstillstand (Gruppe  $\leq 24$  h: 18,2 %) und 2,4 % (Gruppe  $\leq 24$  h: 5,9 %) wurden ohne Lebenszeichen in den Schockraum eingeliefert.

Die Autor\*innen vertreten die Ansicht, dass der Einsatz der ECMO als Rettungstherapie dazu beitragen kann, die Ergebnisse sowohl bei frühen als auch bei späten Formen des Herz- und Atemversagens nach traumatischen Verletzungen zu verbessern.

## Untertriage schwerverletzter Traumapatient\*innen

Anderson K, Schellenberg M, Owattanapanich N, et al. Undertriage of Severely Injured Trauma Patients. Am Surg. 2023;89(10):4129-4134. doi:10.1177/00031348231177939.

Das American College of Surgeons legte Kriterien für die Aktivierung des Traumateams (TTA) fest, um schwer verletzte Traumapatient\*innen vor Ort zu identifizieren. Diese gelten als stark unterversorgt (SU) und daher dem Risiko eines schlechten Outcomes ausgesetzt, wenn sie die TTA-Kriterien nicht erfüllen, aber dennoch schwer verletzt sind (ISS  $\geq 25$ ).

In diese retrospektiven Beobachtungsstudie wurden 1653 Verletzte mit einem ISS  $\geq$  25, die von 11/2015 bis 3/2022 in ein US-amerikanisches Level 1 Traumazentrum eingeliefert worden waren, evaluiert. Sie wurden in zwei Gruppen dichotomisiert. Die AT-Gruppe (n = 1375, 83 %) erfüllte die TTA-Kriterien, während die SU-Gruppe eine routinemäßige Behandlung erhielt.

Das mediane Alter (47 Jahre versus 36 Jahre) und der Anteil an stumpfen Traumata (96 % versus 71 %) waren in der SU-Gruppe signifikant höher als in der AT-Gruppe, während der ISS (29 versus 32) signifikant niedriger war. Bei Untertriagierten betrafen die häufigsten schweren Verletzungen den Brustkorb (n = 179, 64 %).

Überraschenderweise erzielten die SU-Patient\*innen in den ermittelten Outcome-Parametern bessere Ergebnisse als die AT-Patient\*innen. Ihre Letalitätsrate war signifikant geringer, aber immer noch beträchtlich (n = 40, 14 % versus n = 751, 55 %). Notfallintubationen (n = 34, 12 %), Operationen (n = 59, 21 %) und Angioembolisationen (n = 22, 8 %) waren in der SU-Gruppe in hohem Maß erforderlich.

## **Konzeption und Durchführung eines Schulungsprogramms zum "Krisenressourcenmanagement" für die Ersteinschätzung von Polytraumapatient\*innen**

Alegret N, Valle A, Subirana L, Fuentes S, Montmany S, Valero R. Design and implementation of a "crisis resource management" training program for the initial assessment of polytrauma patients. *Cir Esp (Engl Ed)*. 2023;101(9):617-623. doi:10.1016/j.cireng.2023.04.004

Ein spezielles Trainingsprogramms zum Krisenressourcenmanagement für die Bewertung von Polytraumapatient\*innen wurde von medizinischen Expert\*innen und Ausbildern für klinische Simulation entwickelt und 2018 in die internen Schulungsaktivitäten eines spanischen Lehrkrankenhauses der Tertiärversorgung implementiert. Der Blended Learning-Kurs dauerte 23 Stunden, einschließlich 11 Stunden theoretischer Online-Schulung, in der die Vorkenntnisse der Teilnehmer\*innen bewertet wurden, gefolgt von Modulen und Visualisierung praktischer Fälle, die den Rollen der Mitglieder des Traumateteams, die Funktionsfähigkeit des Schockraums und Schlüsselaspekte der Teamarbeit wie Führung, Rollen, Kommunikation und Situationsbewusstsein gewidmet war. Anschließend nahmen die Teilnehmer\*innen an einem 12-stündigen Simulationstraining teil. Sie wurden in Gruppen von 7 Personen eingeteilt (1 Teamleiter, 1 Anästhesist, 1 Allgemeinchirurg, 1 Traumatologe, 2 Krankenschwestern, 1 Pflegehilfskraft und 1 Bettenfahrer). Es wurden drei klinische Szenarien entworfen – ein Beckentrauma mit begleitenden schweren Verletzungen der unteren Extremitäten, ein schweres SHT mit begleitendem Thoraxtrauma und ein Bauchtrauma –, die es zu meistern galt.

Die Bewertung des Wissenserwerbs durch die Online-Schulung erfolgte anhand eines eigens entwickelten Multiple-Choice-Fragebogens mit 16 Items, der von den Teilnehmer\*innen vor und nach der Schulung ausgefüllt werden musste. Jedes Item hatte fünf Antwortalternativen, von denen genau eine richtig war. Richtige Antworten wurden mit "1" bewertet und die Endsumme wurde durch 16 geteilt und mit 10 multipliziert, so dass die Endpunktzahl zwischen 0 und 10 lag. Des Weiteren mussten die Teilnehmer\*innen in einer abschließenden Umfrage über 12 Fragen den wahrgenommenen Schulungsbedarf, die Nützlichkeit der im theoretischen Teil vermittelten Kompetenzen und die Zufriedenheit mit der Onlineschulung anhand einer 5-Punkte-Likert-Skala bewerten.

80 Mitarbeiter\*innen (26 % Fachärzt\*innen, 16 % Assistenzärzte, 29 % Krankenschwestern, 14 % Pflegehilfskräfte, 15 % Bettenfahrer) absolvierten das Schulungsprogramm dreimal. Ihre theoretische

Kenntnisse verbesserten sich im Mittel signifikant von 5,95 auf 8,27. Die Kursabschlusskritik fiel ebenfalls sehr gut aus. Für jedes einzelne Kriterium wurden im Mittel zumindest 4,67 Punkte vergeben.

## **Fortschritte in der Polytraumaversorgung: Entwicklung und Validierung von Modellen des maschinellen Lernens zur Vorhersage der Frühsterblichkeit**

He W, Fu X, Chen S. Advancing polytrauma care: developing and validating machine learning models for early mortality prediction. *J Transl Med.* 2023 Sep 25;21(1):664. doi: 10.1186/s12967-023-04487-8. PMID: 37743498; PMCID: PMC10518974.

Diese retrospektive Studie wurde auf Basis der Dryad Digital Repository, eine offene Ressourcendatenbank für Polytraumaopfer (ISS  $\geq$  16 und die Kriterien der Berlin Definition erfüllt) mit einem Mindestalter von 18 Jahren und den in einer chinesischen Universitätsklinik gesammelten Daten (gleiche Ein- und Ausschlusskriterien) durchgeführt. 1673 Patient\*innen aus dem Dryad Repository (medianes Alter = 42 Jahre; medianer ISS = 27) lieferten die externen Validierungsdatensätze, während die Daten für die interne Validierung an 922 an der Universitätsklinik Behandelten (medianes Alter = 43 Jahre; medianer ISS = 27) erhoben wurden. 2173 Patient\*innen aus den beiden Datenbanken (medianes Alter = 43 Jahre; medianer ISS = 27) wurden dem Trainingsset in einem randomisierten Verfahren zugeordnet.

Die Autor\*innen setzten die Techniken des maschinellen Lernens – Extrem Gradient Boosting (XGBoost), Random Forest (RF) und Neural Network (NN) – ein, um Vorhersagemodelle für das 72-Stunden-Letalitätsrisiko bei erwachsenen Polytraumapatient\*innen zu entwickeln und zu validieren. Die Modelle enthielt dieselben Eingangsvariablen. Sie identifizierten sieben kritische Prädiktoren (Alter, BMI, GCS, ISS, pH-Wert, Base Excess und Laktat).

Das RF-Modell weist die beste Leistung bei der Vorhersage der 72-Stunden-Letalität mit einer guten Kalibrierung und Unterscheidungsfähigkeit sowie den höchsten Nutzen in klinischen Situationen auf. Des Weiteren hat es das Potenzial, Kliniker\*innen bei der Identifizierung von Hochrisikopatient\*innen und bei der klinischen Entscheidungsfindung in Hinblick auf die erfolgsversprechendste Therapie zu unterstützen.

## **Epidemiologie des schweren Traumas bei älteren Erwachsenen in Schottland**

Farrow L, Diffley T, Gordon MWG, et al. Epidemiology of major trauma in older adults within Scotland: A national perspective from the Scottish Trauma Audit Group (STAG). *Injury.* 2023;54(12):111065. doi:10.1016/j.injury.2023.111065

Diese Studie analysierte die Daten jener Verletzten, die von 2011 bis 2020 prospektiv in die Scottish Trauma Audit Group Database mit einem Mindestalter von 70 Jahren und einem ISS  $\geq$  16 – major trauma in older adults (MTOA) – aufgenommen worden waren, retrospektiv. 2155 Verletzte (54,9 % männlich; medianer ISS = 21; 99,5 % stumpfes Trauma) bildeten die Studienpopulation. Das entspricht 26,2 % aller Patient\*innen mit einem ISS  $\geq$  16, die während des 10-jährigen Beobachtungszeitraums in die Datenbank eingeschlossen worden waren. Dabei stieg der Anteil an MTOA von 18,5 % (2011) auf 34,6 % (2020). Der zensierte Median der akuten Krankenhausaufenthaltsdauer betrug 18 Tage.

Stürze aus geringer Höhe (< 2 m) waren in der Studienpopulation mit 60,1 % die häufigste Verletzungsursache. Ihre Anzahl stieg von 2011 bis 2020 um 287 % an, resultierend in einer um 259 % höheren Inzidenz an MTOA im Jahr 2020 als in 2011. Auf Kraftfahrzeugunfälle und Stürze aus großer Höhe entfielen 17,2 % bzw. 18,4 %. Kopf- und äußerliche Verletzungen traten mit 66,7 % bzw. 66,2 % am häufigsten auf, Abdominaltraumata waren hingegen selten (7,7 %).

Insgesamt lag die 30-Tage-Überlebensrate bei 65,3 % (keine geschlechtsspezifischen Unterschiede), wobei zwischen 2011 und 2020 keine Verbesserung zu verzeichnen war. Bei den 70-79-Jährigen war die 30-Tage-Überlebensrate signifikant höher als bei den 80-89- und bei den  $\geq 90$ -Jährigen (73,3 % versus 60,3 % versus 53,3 %).

Eine multivariable logistische Regressionsanalyse identifizierte ein Alter von 70–79 Jahren und von 80–89 Jahren (im Vergleich zu  $\geq 90$  Jahren) und das Vorhandensein von Verletzungen der Extremitäten als unabhängige Prädiktoren für das 30-Tage-Überleben. Das Vorliegen einer Kopfverletzung und ein höherer ISS wiesen hingegen jeweils eine negative Assoziation auf.

Da exponentielle Glättungsprognosen einen weiteren potenziellen Anstieg der MTOA-Inzidenz um 184 % zwischen 2021 und 2030 ergaben, stellt MTOA eine zunehmende Belastung für das Gesundheitswesen dar. Präventionsstrategien sind daher dringend erforderlich.