

Sensorische Stimulation und SMART

Können wir Bewusstsein klinisch nachweisen?

Helen Gill – Thwaites

2. In diese Präsentation werden der Begriff der sensorischen Stimulation näher definiert und die theoretischen Hintergründe erklärt. Es folgt zunächst ein Überblick über SMART und die wesentlichen grundlegenden Voraussetzungen für das Assessment von Patienten in einem Vegetative State/Minimally Conscious State. Besonders berücksichtigt werden die Bedeutung von SMART im klinischen Alltag und die geplanten zukünftigen Entwicklungen.

3. Eine Reihe von Autoren hat über den Nutzen eines sensorischen Stimulationsprogramms berichtet. Giacino definierte sensorische Stimulation 1996 als: „Verbesserung der Reaktionsfähigkeit eines Patienten durch Applikation von Umgebungsreizen mit dem Ziel, eine Weckreaktion oder eine Verhaltensänderung zu bewirken“. Es wurde angenommen, dass die Verstärkung der Weckreaktion der wesentliche Nutzen eines Stimulationsprogramms wäre.

4. Malkmus et al (1980) nahmen an, dass sensorische Stimulationsprogramme dazu geeignet sind eine sensorische Deprivation zu vermeiden und einen strukturierten Input anbieten, um die Fähigkeit des Patienten zu maximieren, Informationen über den Reiz zu generieren. Es wurde vermutet, dass Stimulationsprogramme sowohl strukturelle Veränderungen bewirken, als auch sensorische Deprivation vermeiden.

5. Rader und Ellis fügten hinzu, dass es eines der primären Ziele der sensorischen Stimulation ist, die Erholung des Nervensystems anzubahnen, sodass der Pat. schließlich in der Lage ist, zunehmend unterschiedliche und komplexe Informationen zu verarbeiten. 1978 vermuteten Le Winn und Dimanescu, dass beides, sowohl Erholungs- als auch Entwicklungsprozesse durch Umweltfaktoren beeinflussbar sind.

6. Betrachtet man die Theorie der sensorischen Stimulation näher, können beide Definitionen zusammengeführt werden. 1988 beschrieb Baker vier physiologische Theorien, die sich auf die offensichtliche Adaptationsfähigkeit des Gehirns nach Schädel/Hirntraumen zu erholen beziehen und die theoretische Berechtigung einer sensorischen Stimulation darlegen. Bakers Theorien basierten auf Untersuchungen von Tieren, die cerebrale Läsionen aufwiesen oder von Umgebungsreizen isoliert wurden, wobei die Theorien auch vom zunehmenden Wissen über die Plastizität des Gehirns profitierten:

- Die erste Theorie ist die Theorie der Reorganisation ungenutzter Kapazitäten des Gehirns, die auf der Vornahme basiert, dass das Gehirn freie Kapazitäten hat, die Funktionen übernehmen können wenn angrenzende Teile zerstört sind.

- Die Redundanztheorie bezieht sich auf die offensichtliche Fähigkeit des Gehirns, neuronale Verbindungen wieder herzustellen. Ist ein Verbindungsweg zerstört, kann ein anderer die Funktion übernehmen. Giacino (1996) führte Studien von Moore (1980) an, die vermuten lassen, dass, wenn höhere Zentren des Gehirns zerstört sind, sensorische Stimulationsprogramme tiefer liegende Zentren reaktivieren können, die schließlich verloren gegangene Funktionen übernehmen.

- Die Theorie der Reaktionen auf zellulärer Ebene bezieht sich auf Forschungen – durchgeführt von Lui und Chambers (1958), die zeigten, dass unzerstörte Axone von Neuronen aussprossen und neue Verbindungen herstellen können. Le Winn und Dimanescu (1978) zeigten, dass durch eine frühzeitig intensive Stimulation die Rückbildungsrate aus Koma und Vegetative State verbessert wird und die synaptische Reinnervation von geschädigten aber nicht zerstörten Leitungsbahnen gefördert wird.

- Letztlich die Theorie über die Auswirkungen der Umwelt. Diese Theorie bezieht sich auf die Fähigkeit von Tieren, aber auch von Menschen, die Leistung zu verbessern, als Reaktion auf vermehrte Stimulation aus der Umwelt. Post-mortem Untersuchungen zeigten eine dickere Hirnrinde und eine Zunahme des Gehirngewichts bei Probanden, die einem angereicherten Umfeld ausgesetzt wurden im Gegensatz zu Probanden in einem deprivierten Umfeld. Diese Annahme wurde in Berichten von Ansell und Keenan (1989) unterstützt. Sie zeigten in Untersuchungen von Tieren mit Hirnläsionen, dass Tiere, die sich in einem angereicherten Umfeld befanden, welches eine höhere Wahrnehmungsstimulation und höhere motorische Stimulation anbot, signifikant besser Lernaufgaben absolvierten, als Tiere, die sich nicht in einem angereicherten Umfeld befanden. Giacino (1996) berichtete über mehrere Studien (Teuber 1975, Feeney 1982, 1991) bei denen gezeigt werden konnte, dass durch eine Stimulation durch die Umwelt, visuelle und motorische Funktionen bei gehirngeschädigten Tieren verbessert wurden. Giacino wies jedoch auf die wichtigen neurophysiologischen Unterschiede zwischen Tier und Mensch hin und auf die Gefahren voreiliger Schlüsse aus diesen Experimenten hin.

7. Zusammenfassend ergeben sich nach Ellis Alston und Rader's folgende Grundlagen für eine sensorische Stimulation:

1. Stimulation aus der Umwelt ist notwendig, um sensorische Deprivation zu vermeiden.
2. Dadurch bietet sich eine Möglichkeit, Fortschritte des Patienten zu evaluieren.
3. Es gibt eine Reihe von erfolgreichen Anwendungsberichten.
4. Sie bietet strukturierte Interventionsmöglichkeiten auch für die Familie an ohne in primitive Stimulationsversuche zu verfallen.

8. Strukturierte sensorische Stimulation ist die systematische Anwendung von Reizen nicht nur auf einer Sinnesebene. Sie kann unimodal (Stimulation nur einer Sinnesebene) oder multimodal (Stimulation von mehr als einer Sinnesebene) sein. Die verwendeten Reize sollten vertraut sein, um die Chance auf eine positive Antwort zu erhöhen.

9. Eine Reihe von Reizen einschließlich Blitzlichtern für die visuelle Modalität und Musikbänder für die auditive Modalität.

10. Ein zusammenfassender Cochrane Report von Lombardi et al (2002) gibt einen systematischen Überblick über randomisierte und nicht randomisierte, kontrollierte Studien, die sämtliche sensorischen Stimulationsprogramme mit einer Standardrehabilitation für Patienten im Koma und im Vegetative State vergleichen. Das Ziel des Berichts war es, die Wirksamkeit von sensorischen Stimulationsprogrammen zu überprüfen. Der Bericht schließt mit dem Ergebnis, dass es keine verlässliche Evidenz gibt, die die Wirksamkeit intensiver multisensorischer

Stimulation unterstützt und dass größere multizentrische, randomisierte Untersuchungen dringend benötigt werden, die doppelblind das Outcome bezüglich Impairment und Disability vergleichen. Lombardi et al fassten zusammen, dass die meisten publizierten Untersuchungen keine wissenschaftliche Grundlage für sensorische Stimulation bieten. Die Outcome-Messungen, die in diesen Studien verwendet werden, sind sehr unterschiedlich und ebenso die Definitionen von Koma und Vegetative State.

11. Gelling, Shiel et al stellten jedoch fest, dass frühzeitige, intensive Maßnahmen sowohl im Bereich der Rehabilitation wie auch der sensorische Stimulation angezeigt sind. Wie im Cochrane Report wurde aber auch darauf verwiesen, dass Messinstrumente, wie die Glasgow Coma Scale, nicht sensitiv genug sind, um Outcome zu messen. Um eine positive Reaktion durch sensorische Stimulationsprogramme zu unterstützen, ist es vorteilhaft, die Position des Patienten zu ändern, z. B. durch den Gebrauch eines Stehbrettes oder eines Kipptisches. Wild et al 2007 unterstützten diese Ansicht und unterstrichen die Notwendigkeit die Patienten in eine aufrechte Position zu bringen, da die Positionsänderung die Weckreaktionen des Patienten beeinflusst.

12. Wood untersuchte die Vorteile einer Intervention und unterstrich die Notwendigkeit einer sensorischen Regulation. Woods definierte die sensorische Regulation als eine Methode das gesamte sensorische Umfeld des Patienten zu kontrollieren, um auf diese Weise sicher zu stellen, dass Zahl und Art der Angebote derartig gestaltet sind, dass einerseits Verwirrungen reduziert und andererseits Zugangsmöglichkeiten, die die Wahrnehmung und das Bewusstsein steuern, verbessert werden. Gehirngeschädigte Patienten nehmen eher Informationen aus dem Umfeld wahr, wenn man unnötige Reize herausfiltert und man sich auf die wesentliche Information konzentriert. Das gibt dem Patienten die Möglichkeit den Reiz selektiv wahrzunehmen.

13. Wood (1991) stellte weiters fest, dass die Informationsverarbeitung durch das Nervensystem von der Integrität des neuralen Systems abhängt aber ebenso von der Qualität der angebotenen Reize, deren Intensität, Dauer und Variabilität. Um störenden Lärm herauszufiltern bedarf es einer selektiven Aufmerksamkeit. Wood vermutete, dass dieser anspruchsvolle Mechanismus Reize zu differenzieren bei Pat. mit Hirnschädigungen nicht korrekt funktioniert und es daher besonders wichtig ist, bei sensorischer Stimulation den Reiz in einem Umfeld anzubieten, der eine selektive Wahrnehmung erleichtert.

14. Woods beobachtete Patienten, die einer kontinuierlichen Lärmkulisse ausgesetzt waren wie Monitore, Fernsehgeräte usw.. Dies führte zu einer Gewöhnung und Reduzierung der Aufmerksamkeit des Patienten. Er stellte weiters fest, dass man sich oft viel zu sehr auf die Intensität der Weckreaktion als auf die Verbesserung einer bewussten Wahrnehmung konzentriert, da nur diese mit messbaren Verhaltensveränderungen einhergeht. Bewusstsein ist daher viel enger mit Aufmerksamkeit verbunden, wobei Aufmerksamkeit als ein höchstgradig effizienter Zustand des Nervensystems beschrieben wird. Ist die Aufmerksamkeit hoch, so befinden sich Körper und Geist gleichermaßen in einem Zustand, um auf ein inneres oder äußeres Ereignis zu reagieren. Mackworth (1968) definierte Aufmerksamkeit als einen Bereitschaftszustand, um auch kleine Veränderungen, die oft zufällig in der Umgebung auftreten, zu registrieren und darauf zu reagieren.

15. Aufmerksamkeit bedeutet daher das Wahrnehmen eines Reizes und das Reagieren auf diesen Reiz. Das kann auch nach einem geringeren Weckreiz erfolgen, z. B. wenn jemand schläft und durch eine Weckerglocke geweckt wird oder wenn man seinen Namen ruft. Wir brauchen keinen stärkeren Weckreiz dafür. Der Grad des Bewusstseins hängt daher mehr von der Aufmerksamkeit als von der Weckreaktion ab. Daher sind die Weckreaktion und Bewusstsein unterschiedliche Aktivitätszustände wie Berrol (1986) berichtet. Man sollte daher nicht nur eine vermehrte Weckreaktion hervorrufen, sondern daran arbeiten, das Bewusstsein zu verbessern. Um das zu messen, brauchen wir validierte Instrumente.

16. Im Rahmen der Definition der diagnostischen Kriterien für MCS schlugen Giacino, Aswal et al. 2002 klare Empfehlungen und Anleitungen für die Beurteilung der neurokognitiven Reaktionen von Patienten mit Vegetative State und MCS vor. Diese Empfehlungen für eine sensorische Regulation und Stimulation unterstreichen die Notwendigkeit Standards einzuführen, um die Treffsicherheit in der Beurteilung zukünftig zu verbessern und die Zahl der Fehldiagnosen zu reduzieren.

17. Um diesen Empfehlungen zu entsprechen und um eine effiziente Beurteilung von VS/MCS Patienten sicher zu stellen, ist es notwendig, sowohl die Prinzipien der sensorischen Regulation wie der sensorischen Stimulation zusammen zu führen. SMART benützt sowohl die Methoden der sensorische Stimulation wie der sensorische Regulation und bietet schließlich sensorischen Anreize, um eine positive Antwort bei einer SMART-Intervention hervorzurufen.

18. SMART definiert die wesentlichen Vorbedingungen für Interventionen bei Patienten in einem Low Awareness State: den Assessor, die Assessmentinstrumente, den Patienten und dessen Umgebung, die Angehörigen und die Betreuungspersonen. Nur durch Berücksichtigung aller dieser Elemente wird die Voraussetzung geschaffen, auf optimale Weise Wahrnehmung und Bewusstsein beurteilen zu können.

19/20. SMART wurde von den Ergotherapeuten am Royal Hospital für Neurodisability in London entwickelt als Assessment- aber auch als Behandlungswerkzeug für Pat. in Low Awareness States. SMART wird seit 1988 kontinuierlich weiter entwickelt und verbessert. SMART bietet ein abgestuftes Assessment der sensorischen, motorischen und kommunikativen Reaktionsfähigkeiten des Patienten an, als Voraussetzung für ein strukturiertes und kontrolliertes sensorisches Stimulationsprogramm.

21. SMART besteht aus zwei Komponenten: Die formelle Komponente, die von einem akkreditierten SMART Assessor durchgeführt wird und eine informelle Komponente, die Informationen der Familie und des Teams beinhaltet.

22. Ein qualifizierter SMART Assessor führt das formale SMART Assessment in 10 Sitzungen innerhalb von 3 Wochen durch. Dieser Zeitplan wurde gewählt, um sicherzustellen, dass der Patient wiederholt begutachtet wird und auf diese Weise der Assessor in die Lage versetzt wird, Verhaltensreaktionen zu beobachten, die konstant und wiederholbar auftreten. Das Assessment definiert schließlich ein passendes Behandlungsprogramm, um die positiven Reaktionen zu verstärken. Schließlich wird ein SMART Wiederholungsassessment durchgeführt, um

Veränderungen gegenüber dem Basisassessment messen und zukünftige Interventionen planen zu können.

23./24. SMART misst die Reaktionen im Bereich der 5 Sinnesmodalitäten und berücksichtigt weiters Reaktionen im Bereich der Motorik, der Kommunikation und der Wachheit. Alle Modalitäten werden separat beurteilt und schon eine positive Reaktion in nur einer Modalität ist ausreichend, um Wahrnehmung prinzipiell beurteilen zu können. Wenn also ein Pat. kortikal blind ist und im Bereich der visuellen Modalität einen niedrigen Score erreicht so hat das keinen Einfluss auf eine mögliche positive Reaktion im Bereich der auditiven Modalität. Der Behandlungsplan konzentriert sich demzufolge auf die Bereiche mit einer positiven Reaktion um schließlich auf einem höheren Level der Wahrnehmung eine konstantere Reaktion hervorzurufen.

25./27. Es gibt eine umfangreiche Palette von SMART-Techniken, die über mehrere Jahre entwickelt wurden und ein umfassendes Assessment des Verhaltensrepertoires des Pat. sicherstellen. In einem Überblick über die visuelle Modalität wird das fünfstufige SMART Scoring System demonstriert. Es wird aufgezeigt, wie sich der Reaktions-Level verändert, abhängig von der Reaktion auf unterschiedliche Reize.

28/30. Andrews fand bei Untersuchungen am Royal Hospital für Neuro-disability, dass bei 43 % der Patienten, die mit der Diagnose eines Vegetative State, das länger als 6 Monate bestand, aufgenommenen wurden, die Diagnose falsch war. Bei einigen Patienten wurde ein Vegetative State schon über mehreren Jahre angenommen. In dieser Gruppe verblieben 25 % tatsächlich in einem Vegetative State, aber 33 % verbesserten sich in der Folge. In dieser Patientengruppe fand sich eine Reihe von Auffälligkeiten. 100 % waren körperlich schwerst behindert und 65 % waren blind. Diese Zahlen unterstreichen die Notwendigkeit eines umfassenden Assessment in allen Modalitäten.

31. SMART weist eine Reihe von einzigartigen Besonderheiten auf, die ein umfassendes Assessment sicher stellen und die Sicherheit der Beurteilung aber auch die zukünftige Behandlungsplanung verbessern.

32. Vor dem Beginn des sensorischen SMART Stimulationsprogrammes sind vier wesentlichen Voraussetzungen zu schaffen, um optimale Bedingungen für das Assessment sicher zu stellen. Auf diese Weise wird eine konstante Ausgangssituation sichergestellt noch bevor irgendeine Beurteilung des Bewusstseins beginnt.

33-42. In erster Linie muss sichergestellt werden, dass der Assessor das Wissen, die Erfahrung, die Vertrautheit mit der Methode aber auch die Fähigkeiten für ein Assessment besitzt und auch zeitlich ausreichend verfügbar ist, um den Patienten wiederholt zu beurteilen. Es ist daher notwendig, dass der Assessor sowohl mit dem klinischen Bild eines VS/MCS vertraut ist, als auch mit den Erscheinungsformen schwerer Schädel/Hirnschädigungen. Leider gibt es nur wenige Menschen, die eine ausreichende Zahl an Patienten gesehen haben und über ein ausreichendes Wissen und Erfahrung verfügen. Exakte Prävalenz Zahlen für Patienten in einem Vegetative State sind nicht leicht anzuführen. Die Multi Society Task Force vermutet eine Prävalenz von 10 – 25.000 allein in den Vereinigten Staaten.

35-36. Der Assessor muss Kenntnisse über die unterschiedlichen Terminologien und diagnostischen Methoden haben sowie überein ausreichendes neurologisches Wissen verfügen. Die Bezeichnung MCS beschreibt Patienten, die einerseits einige Verhaltensweisen von Vegetative State Patienten aufweisen, aber bereits in der Lage sind, wenn auch inkonstant, bewusste Wahrnehmung ihrer selbst oder ihrer Umgebung zu erkennen zu geben (Giacino u. Kalmar). Diese Patienten sind in der Lage bewegten Objekten mit ihren Augen zu folgen, einfache Aufforderungen zu befolgen und passende emotionale Reaktionen in bestimmten Situationen zu zeigen. Manche sind in der Lage verbal oder nonverbal zu kommunizieren. Sowohl bei MCS wie VS Pat kann die Diagnose durch das Vorhandensein oder das Fehlen von Reaktionen auf Veränderungen im Umfeld gestellt werden. Giacino et al. stellten fest, dass je komplexer eine Aufgabe ist, umso weniger konstant eine Reaktion sein muss, um ein MCS vermuten zu können. Um also ein MCS in Betracht zu ziehen, muss daher ein Pat. der inkonstant verbalisieren kann, dies viel weniger oft reproduzieren können, als ein Pat. der nur einfache motorische Anweisungen befolgen kann. Das bedeutet aber, dass der Assessor für wiederholte Beurteilungen über einen längeren Zeitraum zur Verfügung stehen muss.

37. SMART unterstreicht die Notwendigkeit, dass all diese Voraussetzungen sicher gestellt werden müssen, bevor jemand dafür ausgewählt wird, einen kompletten SMART Kurs zu absolvieren mit dem erforderlichen Patienten Portfolio und den notwendigen Updates für die neuerliche Akkreditierung.

38-39. Ein wesentlicher Punkt ist die Anwendung zielführender und relevanter Assessmentmethoden. Eine Zusammenfassung existierender Assessmentinstrumente für Patienten mit einem VS oder MCS wurde von Horn et al erstellt. Der Überblick zeigt, dass, obwohl diese Assessmentmethoden auf Patienten mit VS/MCS ausgerichtet sind, nur eine mangelhafte Sensitivität für die Beurteilung der oft sehr subtilen Veränderungen in VS u. MCS Patienten besteht. Der Überblick zeigt auf, dass keine der Assessmentmethoden ein Scoringssystem anbietet, das einen direkten Vergleich zwischen und innerhalb der sensorischen Modalitäten zulässt. Darüber hinaus erlauben die Scoringssysteme keine Messung wie weit Bewusstsein vorhanden ist. Sie sind daher auch nicht in der Lage zu unterscheiden, ob sich ein Pat. im VS, MCS oder in einem Zustand höherer kognitiver Fähigkeiten befindet. In der Literatur wurde nicht immer klar genug die Wichtigkeit unterstrichen die Konsistenz der beobachteten Reaktionen zu beurteilen und auf die notwendige Dauer eines Assessments zu achten. Canedo et al. betonen die Notwendigkeit für ein Assessmentinstrument, welches dem Assessor es ermöglicht ein wiederholtes und eingehendes multimodales Assessment durchzuführen, welches einerseits die Möglichkeit bietet, potentiell bedeutungsvolle Reaktionen des Patienten zu entdecken und mit dem andererseits auch der Konsistenzgrad der Reaktionen bestimmt werden kann. Nur diese Informationen versetzen den Assessor in die Lage festzustellen, ob sich der Pat. in einem VS, MCS oder einem höheren Funktionszustand befindet. Und nur auf diese Weise ist eine positive und realistische Planung des weiteren Patientenmanagements möglich, die auch das vorhandene Potential sicherstellt.

SMART wurde entwickelt, um all diese Forderungen zu erfüllen.

40-45. Die weiteren wesentlichen Elemente sind der Patient selbst und sein Umfeld. Die medizinische Stabilität, die körperliche Aktivität, die Umgebung, der Zugang des Assessors zum Patienten werden im SMART Modell berücksichtigt, um sicher zu stellen, dass sich der Pat. in einem optimalen Zustand befindet, um beim Assessment auch reagieren zu können. Das Umfeld in dem das Assessment stattfindet ist konstant und klar definiert. Überstimulation wird vermieden und Ruheperioden werden vor jeder Intervention eingehalten. Alle mechanischen Beschränkungen müssen entfernt werden, um die Reaktionsmöglichkeiten zu optimieren. Ablenkungen aus der Umgebung werden weitgehend vermieden. Das gesamte Team und die Familie werden aufgefordert, bei allen Aktivitäten einen ähnlichen Zugang zu wählen, wodurch eine gewisse Standardisierung ermöglicht wird.

46/47. Der gewählte Zugang folgt den Prinzipien, wie sie von Freeman in seinem Buch „Die Katastrophe des Komas“ beschrieben werden: Mit dem Patienten so sprechen als würde er alles verstehen, bevor man mit einer Aktion startet dem Patienten erklären, was nun geschehen wird, ablenkende Reize vermeiden, jeweils nur einen Reiz anbieten und sicherstellen, dass alle Beteiligten einen korrekten Zugang wählen.

48-57. Die Fallstudie eines männlichen Patienten zeigt die Notwendigkeit, alle diese vier essentiellen Elemente zu berücksichtigen, um ein zielführendes Assessment für den Patienten sicher zu stellen.

58. SMART ist daher ein nützliches Assessment, das im klinischen Alltag verwendet werden kann. Es wird für die Zukunft notwendig werden das SMART Programm weiter zu entwickeln und zu computerisieren, um sowohl für die Angehörigen wie das Betreuungsteam optimale Bedingungen zu schaffen ein sensorisches Regulationsprogramm umzusetzen, um positive Reaktionen im Alltag zu erkennen. Letztendlich soll ein SMART Behandlungsmanual und Trainingsprogramm entwickelt werden, um den SMART Assessor im klinischen Alltag weiter zu unterstützen. Wir sind es dieser einzigartigen Patientengruppe schuldig, ihnen eine optimale Gelegenheit anzubieten zu reagieren und ihnen damit die besten Chancen zu geben, Bewusstsein eindeutig zu beweisen - durch das wiederholte Anbieten optimaler Bedingungen mit dem besten verfügbaren Assessment durch einen erfahrenen Assessor.

LITERATUR:

Jennett B, Plum F. Persistent vegetative state after brain damage: a syndrome looking for a name. *Lancet* 1972; i: 734-7

Working Group of the Royal College of Physicians. The permanent vegetative state. *J Royal College of Physicians of London* 2003.

Giacino J.T. and Kalmer K (1997) The vegetative and minimally conscious states: a comparison of clinical features and functional outcome. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, **12(4)**: 36-51.

Giacino JT, Kezmarsky MA, Deluca J et al. Monitoring rate of recovery to predict outcome in minimally responsive patient. *Arch Phys Med Rehabil*, **72**: 897-901, 1991

The Multi-Society Task Force on PVS. Medical Aspects of the Persistent Vegetative State (Second of Two Parts) *The New England Journal of Medicine* 1994; 330 (22): 1572-9.

Horn S, Shiel A, McLellan L et al. A review of Behavioural assessment for monitoring recovery in and after coma with pilot data on a new scale of visual awareness. *Neuropsychological Rehabilitation*, 3: 121-137, 1993.

Canedo A, Grix M, Nicoletti J. An analysis of assessment instruments for the minimally responsive patient (MRP): clinical observations. *Brain Injury*, 16:453-461, 2002.

Andrews K, Murphy, Munday R, Littlewood C. Misdiagnosis of the vegetative state: retrospective study in a rehabilitation unit. *British Medical Journal* 1996; 313: 13-6

Shiel A, Horn SA, Wilson BA. The Wessex Head Injury Matrix (WHIM) main scale: a preliminary report on a scale to assess and monitor patient recovery after severe brain injury. *Clin Rehabil*, 14:408-416, 2000.

Gill - Thwaites H. The Sensory Modality assessment and rehabilitation technique – a tool for the assessment and treatment of patients with severe brain injury in a vegetative state. *Brain Injury* 11: 723-734, 1997.