

MARIA ÀNGELS LLOMPART VILA

**NOVES PERSPECTIVES EN EL TRACTAMENT
DE LES ALTERACIONS DE LA CONSCIÈNCIA
MITJANÇANT L'ESTIMULACIÓ SENSORIAL**

**TREBALL DE FI DE MÀSTER
MÀSTER UNIVERSITARI EN NEUROREHABILITACIÓ**

CURS 2016-2017

TUTOR: DR: RAUL PELAYO

14 DE JUNY DE 2017

INDEX

1. INTRODUCCIÓ	3 -
2. DEFININT EL TERME CONSCIÈNCIA.....	3 -
3. NEUROLOGIA DE LA CONSCIÈNCIA	4 -
3.1. Anatomia i fisiologia de l' <i>arousal</i>	4 -
3.2. Anatomia i fisiologia de l' <i>awareness</i>	7 -
4. FISIOPATOLOGIA	8 -
4.1. Coma	8 -
4.2. Estat Vegetatiu (VS)/Síndrome de Vigília Sense Resposta (UWS)	8 -
4.3. Estat de mínima consciència (<i>Minimally Conscious State, MCS</i>)	9 -
5. DIAGNÒSTIC DIFERENCIAL	11 -
5.1. L'error diagnòstic	12 -
5.2. Escales de Valoració	12 -
5.2.1. <i>CRS-R: JFK Coma Recovery Scale-Revised</i> (Kalmar, Giacino, 2005)	13 -
5.2.2. <i>SMART: Sensory Modality Assessment and Rehabilitation Technique</i> (Gill-Thwaites, 1997; Gill-Thwaites, Munday, 2004)	14 -
5.2.3. <i>MATADOC: Music Therapy Assessment Tool for Awareness in Disorders of Consciousness</i> (Magee et al., 2013)	15 -
5.3. Tècniques de neuroimatge	15 -
6. PRONÒSTIC	16 -
7. INTERVENCIÓ INTERDISCIPLINÀRIA	17 -
7.1. Prevenició de complicacions	17 -
7.2. Tractament farmacològic	17 -
7.3. Neuromodulació	17 -
7.4. Tècniques utilitzades en rehabilitació	18 -
7.4.1. Tractament físic i postural	18 -
7.4.2. Estimulació sensorial	18 -
7.4.3. Les noves tecnologies	19 -
8. ESTIMULACIÓ SENSORIAL	19 -
8.1. El concepte	19 -
8.2. L'evidència científica	20 -
8.3. Evolució de les intervencions mitjançant l'Estimulació Sensorial	21 -
8.4. Cap a una renovació metodològica	22 -
9. PROPOSTA D'INTERVENCIÓ	23 -
9.1. Entrevista inicial amb la família	23 -
9.2. Consideracions prèvies a la intervenció	24 -
9.3. Intervenció	24 -
9.4. Mesura de resultats	25 -
10. CONCLUSIONS	26 -
11. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES	26 -

1. INTRODUCCIÓ

En les darreres dècades, el gran progrés sofert en l'atenció al pacient en les unitats de cures intensives han incrementat el nombre de persones que sobreviuen després d'un dany cerebral sever. Una de les conseqüències directes és el nombre de persones ateses en aquestes unitats que experimenten alteracions de la consciència. Quan un pacient es troba en estat de coma, poc a poc anirà recuperant la consciència, però per alguns d'ells aquest estat pot ser permanent.

La intervenció clínica amb persones amb alteracions de la consciència presenta nombrosos desafiaments degut a que avui en dia encara són moltes les qüestions que romanen obertes al seu voltant: els mecanismes neurològics i la història natural de la recuperació de la consciència, el diagnòstic diferencial i el pronòstic d'aquestes alteracions, així com l'evidència científica de quines són les intervencions més adients per prevenir les complicacions mèdiques i per facilitar la recuperació de la funcionalitat. A nivell sociofamiliar, un diagnòstic d'aquestes característiques té un efecte devastador, i les connotacions ètiques a les que s'enfronten familiars i professionals no són menyspreables.

A partir de la visió general del panorama actual de les alteracions de la consciència, aquest treball té com a objectiu aprofundir en l'estimulació sensorial. Es tracta d'una de les eines de tractament universalment més acceptades; una eina barata, de fàcil aplicació, i poc invasiva, però que avui en dia no gaudeix de l'evidència científica necessària. Aquesta manca d'evidència ha fet que el mètode evolucioni en base a l'assumpció de premisses possiblement vàlides però que, a conseqüència de les tècniques de neuroimatge i a les seves troballes, necessiten una renovació. En el present document s'analitza d'on venim i, en base a aquestes noves troballes, es realitza una proposta d'intervenció tractant definir cap a on anem.

2. DEFININT EL TERME CONSCIÈNCIA

L'any 1890, William James definia la consciència com el coneixement d'un mateix i de l'entorn. A dia d'avui, el terme consciència i la seva definició suposen un tema controvertit tan a dins com a fóra de la neurociència. No existeix una definició acceptada universalment.

Clínicament, la consciència consisteix en dos elements bàsics: l'**arousal** i l'**awareness** (Laureys, Berré i Goldman, 2001), terminologia en anglès que s'utilitzarà durant tot l'escrit degut a les dificultats en la seva traducció.

L'**arousal** és el que traduïm com a "despertar" o "nivell d'excitació". El terme es refereix al continu conductual que succeeix entre el son i la vigília. En les persones amb alteració del nivell de consciència, l'**arousal** es defineix per la presència de períodes d'apertura ocular espontània perllongats.

Awareness es refereix als pensaments i sentiments d'un individu. Clínicament, la seva definició operativa es limita a l'estimació de la capacitat de la persona per percebre el món exterior i interaccionar voluntàriament amb ell.

Cada un d'aquests elements es relaciona amb mecanismes i xarxes neurològiques diferenciades, L'*arousal* depèn del sistema reticular activador ascendent i les seves connexions corticals (Parvizi, Damasio, 2001), mentre que l'*awareness* depèn de complexes xarxes cortico-corticals i subcortico-corticals encara no del tot enteses (Di Perri et al. 2014). Degut a la relació jeràrquica d'aquestes estructures, es considera que no hi pot haver *awareness* sense *arousal*. Contràriament, un pacient pot estar despert però no haver-hi *awareness* (Royal College of Physicians, 2003).

3. NEUROLOGIA DE LA CONSCIÈNCIA

3.1. Anatomia i fisiologia de l'*arousal*

Varis grups cel·lulars del tronc de l'encèfal modulen el nivell de despertar a través de projeccions corticals (Parvizi, Damasio, 2001).

El **tronc de l'encèfal** (fig.1) comunica el diencèfal amb la medul·la espinal. Es divideix en tres estructures anatòmiques diferenciades: el **mesencèfal**, la **protuberància** o pont i el **bulb** o medul·la oblongada. Adjacent a la part posterior es localitza el cerebel.

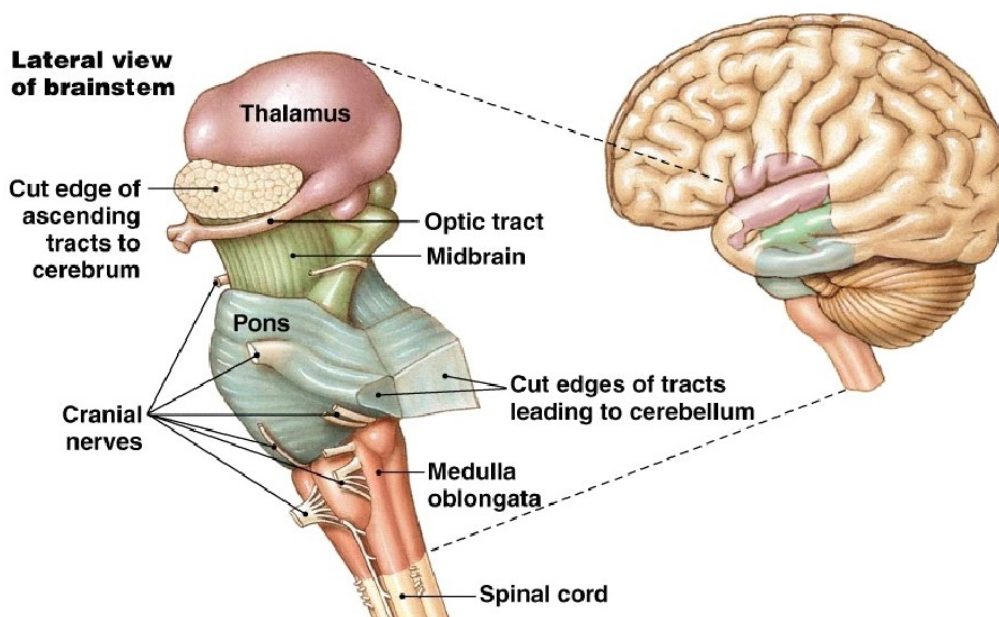


Fig. 1: Visió lateral del tronc de l'encèfal

Es dedica principalment a integrar i regular les conductes per a la supervivència, com són la deglució, la hidratació, la reproducció, la funció respiratòria, les respostes d'emergència, etc. Tot i que semblen processos neurològics complexos, aquestes conductes són respostes motores simples i estereotipades. Com a fet significatiu, podem dir que durant els primers mesos de vida d'un nadó, a nivell conductual, és molt difícil diferenciar entre un recent nat sà i un bebè amb anencefàlia. En el tronc encefàlic tenen origen els **parells cranials** (fig.2). Són 12 nervis funcionalment homòlegs als nervis espinals, i realitzen les funcions sensoriomotrius de la cara i el cap, i les funcions autonòmiques del cos.

Els parells cranials es troben ordenats des de la part ventral del mesencèfal, fins al bulb, a excepció del Parell Troclear (IV), que emergeix de la zona dorsal per anar a trobar-se amb la resta de nervis oculars. Els parells cranials s'agrupen formant nuclis. Agrupats, abandonen el crani per foràmens específics. Per aquest motiu és molt important conèixer-ne l'anatomia, ja que podrem avaluar a quin nivell s'ha produït la lesió.

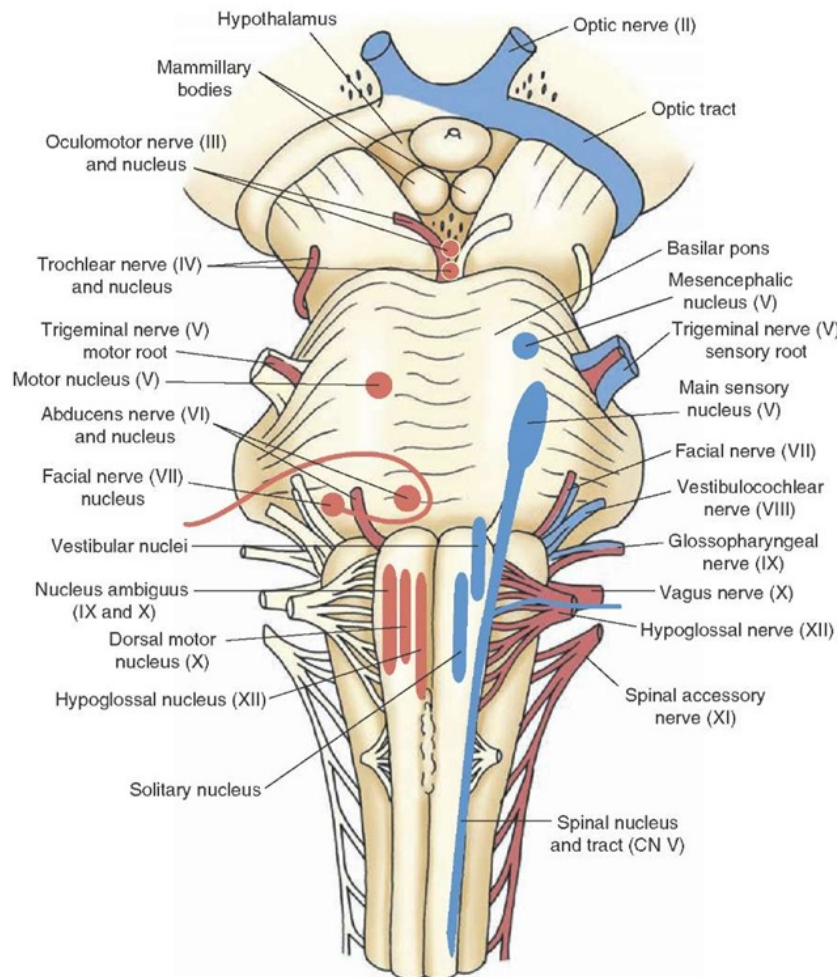


Fig.2: Situació dels parells cranials en el tronc encefàlic

Cal destacar la importància dels parells oculars per la seva relació en la valoració de l'estat de la consciència, sobre tot pel que fa al coneixement de la localització de la lesió, en particular, la valoració de la resposta pupil·lar a la llum i dels moviments oculars presents i/o absents.

Els nuclis dels parells cranials s'organitzen longitudinalment en dues columnes, no sempre contínues, en les que els nuclis amb característiques similars es localitzen en les mateixes posicions característiques (nuclis sensorials o motors, somàtics o viscerals).

En el tronc encefàlic hi destaca la **formació reticular** (fig.3). Aquesta regió és homòloga a la substància gris intermitja de la medul·la espinal. Es tracta d'una xarxa polisinàptica que s'estén en direcció rostral cap al talem i l'hipotàlem, i en direcció caudal cap a la xarxa propioespinal de la medul·la espinal.

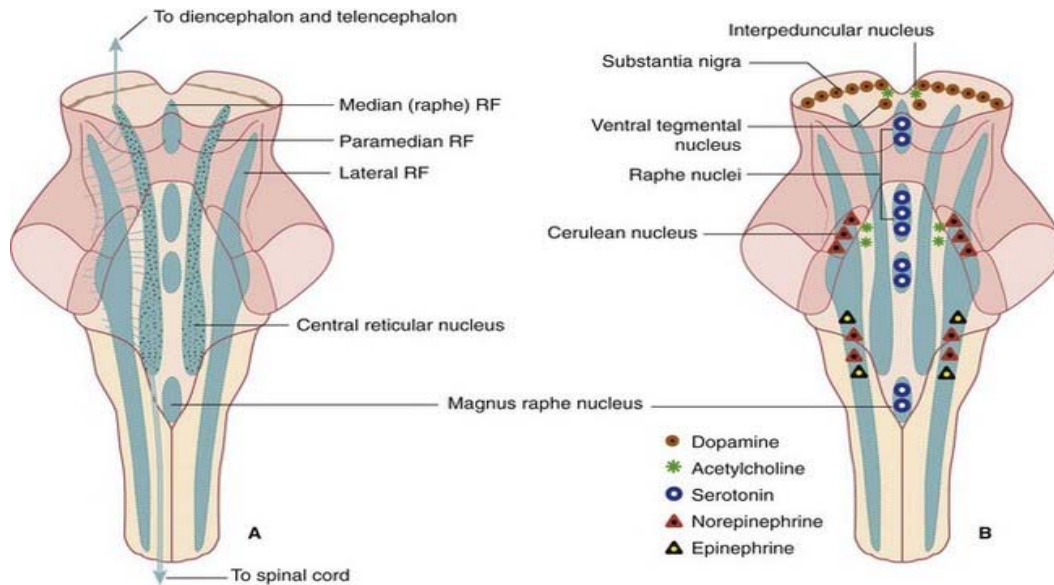


Fig 3: Formació reticular (A) Neurotransmissors (B)

Es divideix funcionalment en dues regions: la regió lateral o parvocel·lular, i la regió medial o magnocel·lular. La regió parvocel·lular conté circuits neuronals petits, i coordina els reflexes i les conductes simples mediades pels parells cranials. En canvi, la regió magnocel·lular conté circuits llargs d'axons ascendents i descendents que modulen les accions que engloba la postura i el moviment, el dolor, les funcions autonòmiques i el nivell de despertar o **arousal**.

Els grups cel·lulars del tronc de l'encèfal de llargues projeccions poden ser definits pels seus neurotransmissors. S'hi localitzen grups cel·lulars noradrenèrgics, adrenèrgics, dopaminèrgics, serotoninèrgics, grups cel·lulars colinèrgics i grups cel·lulars histaminèrgics. Aquest darrer grup cel·lular ajuda al manteniment de l'**arousal**. Les seves cèl·lules es troben localitzades al nucli tuberomamilar (a la zona lateral posterior de l'hipotàlem). Algunes neurones properes a l'àrea hipotalàmica lateral contenen els neurotransmissors orexina i melanina, enviant projeccions a totes les àrees del cervell, contribuint a l'**arousal**.

Les projeccions ascendents monoaminèrgiques en el tronc de l'encèfal, i del hipotàlem i del tàlem al còrtex augmenten el nivell d'alerta i vigilància, així com la resposta de les neurones corticals i talàmiques a un estímul sensorial. Aquestes

projeccions s'uneixen en *inputs* colinèrgics des del nucli

pedunculopontí i el nucli del tegment dorsolateral, i a través de la formació reticular mesencefàlica paramediana formant el **SARA** (*ascending arousal*)

The Reticular Formation

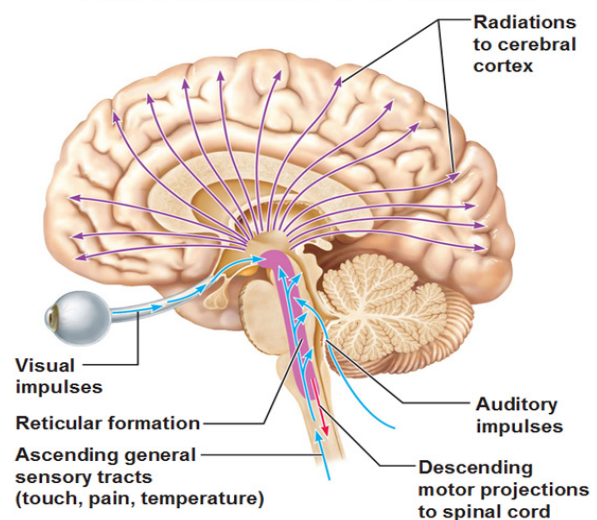


Fig. 4: Ascending arousal system, SARA

system). El SARA (fig.4) es divideix en la unió del mesencèfal i el diencèfal. La primera branca entra al tàlem, on s'activa i modula tant el nucli de transmissió del tàlem com el nucli intralaminar, amb connexions corticals difuses extenses; la segona branca entra a través de l'àrea hipotalàmica lateral i s'uneix amb la sortida de grups cel·lulars ascendents de l'hipotàlem i les cèl·lules del cervell anterior, tot plegat innervant al còrtex. Si una lesió danya alguna d'aquestes vies, resultarà un estat alterat de la consciència.

3.2. Anatomia i fisiologia de l'awareness

A l'actualitat, no es disposa de cap biomarcador objectiu ni cap prova de laboratori que ens permeti detectar l'awareness, però la seva presència pot ser clínicament deduïda a partir del repertori de comportaments que presenti l'individu (Fernandez-Espejo, 2016).

Es podria manifestar que l'awareness es troba anatòmicament relacionada amb estructures en el còrtex frontoparietal i les seves connexions talàmiques. Cada vegada hi ha més evidència que aquestes estructures conformen, al manco, dues xarxes funcionals pròpies. Per una banda es descriu la **External Awareness Network**, també anomenada *Executive Control Network*. A través d'estudis de neuroimatge funcional (functional Magnetic Resonance Imaging, *fMRI*) s'ha observat activitat en regions frontoparietals laterals durant tasques que demanden atenció. Per l'altra banda també es descriu la **Default Mode Network (DMN)** (fig.5), anomenada també *Internal Awareness Network*, una xarxa de connexions a nivell mesial frontoparietal relacionada amb l'autoconsciència. Per norma general, l'activitat en aquestes dues xarxes està correlacionada, quan una xarxa està activada, l'altre roman sense activitat i viceversa. Les proves de *fMRI* destaquen el paper fonamental del precuneu en aquests processos (Hirschberg, Giacino, 2011; Di Perri et al, 2014).

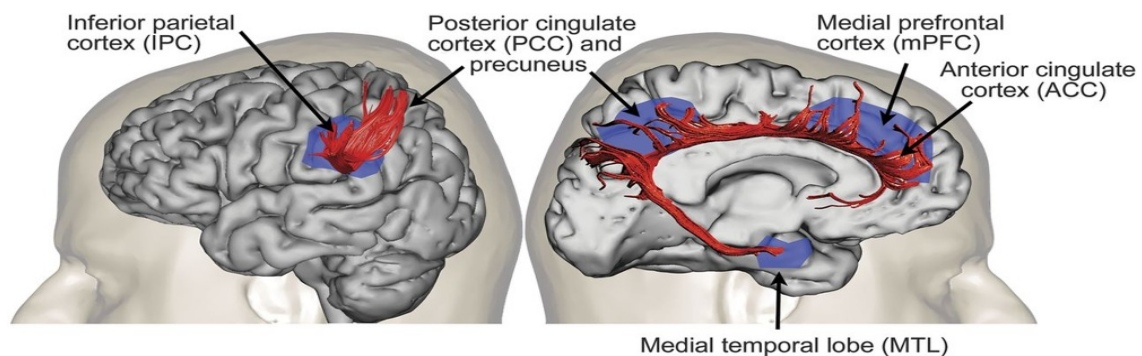


Fig. 5: Default Mode Network (DMN)

Juntament amb una disminució de l'activitat en la *DMN*, s'ha observat un increment de les connexions en les estructures profundes del sistema límbic (àrea del tegment ventral, ínsula, còrtex orbitrofrontal i hipotàlem) en pacients amb alteració de la consciència. Aquesta hiperconnectivitat del sistema límbic pot reflectir el compromís persistent d'activitat neural residual "auto-reforçant" circuits neurals que probablement interrompen patrons de connexió normals, incloent l'activitat neuronal sincronitzada entre la *DMN* i la *External Awareness Network* (Di Perri et al, 2014).

4. FISIOPATOLOGIA

Les causes més comuns que provoquen una alteració de l'estat de consciència són el traumatisme cranioencefàlic (TCE) i la encefalopatia hipòxico-isquèmica. Els TCE que originen alteracions severes solen estar relacionat amb accidents de transit, i en menor percentatge, amb caigudes o agressions. Les encefalopaties són conseqüència d'una absència prolongada d'oxigen, en la majoria de casos després d'una parada cardio-respiratòria, tot i que també poden ser conseqüència d'un ennuegament o d'una intoxicació per monòxid de carboni (*The Multi-Society Task Force on Persistent Vegetative State*, 1994). També poden ser conseqüència de infeccions o tumors en el sistema nerviós central, així com trastorns degeneratius, metabòlics o del desenvolupament (Bernat, 2006).

La consciència no pot ser entesa com un fenomen de tot o res, sinó com a part d'un continuu conductual (Laureys, Berré, Goldman, 2001). (fig.6).

4.1. Coma

Es refereix a un estat d'absència completa de resposta en el que el pacient té els ulls completament tancats; **no hi ha arousal ni awareness** (Laureys, Berré i Goldman, 2001). A nivell conductual, només podem observar alguna activitat reflexa i, encara que es realitzi una estimulació vigorosa, no es pot despertar a una persona en coma. Tota situació de coma finalitza amb l'apertura ocular (inici de l'*arousal*). Per norma general, si el pacient sobreviu, l'estat de coma tindrà una durada d'entre dues a quatre setmanes, o entrarà en un estat vegetatiu o en un estat de mínima consciència. L'estat de coma es pot extrapolar al nivell I en l'escala dels nivells de funcionament cognitiu del "Rancho de los Amigos" *Low Cognitive Functional Scale* (LCFS; més informació a la pàgina 13 del present treball).

El Coma pot aparèixer com a resultat de dany cortical difús bihemisfèric, dany en la substància blanca secundari a una lesió neuronal o axonal, o a una lesió focal en el tronc de l'encèfal que afecti al tegment ponto-mesencefàlic i, o bilateralment al nucli talàmic paramedial (Laureys, Owen, Schiff, 2004).

4.2. Estat Vegetatiu (VS)/Síndrome de Vigília Sense Resposta (UWS)

Alguns pacients surten de l'estat de coma però continuen sense respondre a estímuls externs. L'any 1972, Jennett i Plum utilitzen per primera vegada el terme Estat vegetatiu persistent per referir-se a la condició clínica d'incompleta inconsciència d'un mateix i de l'entorn (**no awareness**) acompanyada de presència de cicles de vigília – son (**sí arousal**). Dues dècades després, la *Multi-Society Task Force on Persistent Vegetative State* (PVS) n'estableix els criteris diagnòstics. Es defineix com a permanent tot VS que impliqui una durada de més de 4 setmanes després del dany cerebral, tant si l'origen és traumàtic o no traumàtic. El VS es considera irreversible després de tres mesos en el dany cerebral no traumàtic, i després de 12 mesos en el dany cerebral d'origen traumàtic (Hirschberg, Giacino, 2011).

Degut a les connotacions pejoratives que comporta la paraula "persistent", a més del pronòstic que anuncia, i que condiciona el tractament, al 2010 es

reuneix la *European Task Force on Disorders of Consciousness*, i modifica el terme *PVS* pel terme Síndrome de vigília sense resposta (*Unresponsive Wakefulness Síndrome*).

Les persones en *VS/UWS* presenten períodes en què semblen estar desperts (obren els ulls), acompanyats per períodes en què semblen dormir. Si els hi apliquem un estímul dolorós, poden obrir els ulls, accelerar la respiració, també és probable que els hi augmenti la freqüència cardíaca i la pressió sanguínia. Mantenen una suficient activació de les funcions autonòmiques que permetin la seva supervivència amb les cures mèdiques adients. Els reflexes pupil·lar, corneal, oculocefàlic i nauseòs solen estar preservats. Poden presentar moviments com mastegar, deglutir, moviments de bruxisme, etc. Amb menys freqüència ploren, criden, gemeguen o somriuen. Poden moure el tronc i les extremitats de manera erràtica (*Royal College of Physicians*, 2003). Aquestes mateixes conductes s'han pogut observar en nadons amb anencefàlia, pel que es podria considerar que tenen un origen subcortical, tot i que sovint aquestes conductes s'interpreten com a voluntàries (Laureys, Berré i Goldman, 2001). No hi ha evidència de respostes propositives o conductes voluntàries mantingudes o reproduïbles en resposta a estímuls visuals, auditius, tàctils o nocius.

El *VS/UWS* és un estat similar al descrit en el nivell II de la *LCFS*.

En l'estat vegetatiu, el tronc de l'encèfal es troba relativament menys afectat que el còrtex, que es troba severament afectat. Aquesta preservació a nivell del tronc encefàlic permet la presència de l'*arousal*, i la funció respiratòria entre d'altres funcions autonòmiques (Laureys, Berré i Goldman, 2001).

També s'identifica una alteració sistemàtica del metabolisme del còrtex d'associació polimodal (regions frontals bilaterals, àrea de Broca, àrees parieto-temporals, parietals posteriors i precuneu) (Laureys, Owen, Schiff, 2004).

4.3. Estat de mínima consciència (*Minimally Conscious State, MCS*)

Es defineix com una condició de consciència severament alterada, en la que es mostra una evidència conductual mínima, però clarament perceptible, de consciència de un mateix o de l'entorn (**sí *arousal*, sí *awareness***, tot i que mínima) (Giacino et al., 2002).

La *Aspen Neurobehavioral Conference Workgroup* (Giacino et al., 2002) proposa les següents característiques clíniques per realitzar-ne el diagnòstic. La presència d'una o més són suficients per diagnosticar el *MCS*:

- Seguiment d'ordres senzilles (per exemple: tanca els ulls, obre la ma).
- Respostes verbals o gestuals de si/no (independentment de si són correctes o no).
- Verbalització intel·ligible.
- Moviments o conductes afectives que ocorren en relació a estímuls ambientals rellevants i que no poden ser atribuïts a una activitat reflexa. Alguns dels següents exemples mostren una evidència suficient de l'existència d'aquestes respostes propositives:
 - Episodis de plor.

- Somriure o riure apropiats; és a dir, com a resposta a estímuls verbals o visuals amb contingut emocional.
- Vocalitzacions o gestos que es produeixen com a resposta directa a comentaris o preguntes verbals.
- Intentar agafar objectes, demostrant una clara relació entre la localització de l'objecte i la direcció del moviment que l'individu efectua per agafar-lo.
- Tocar o sostenir objectes amb les mans i que aquestes s'acomodin a la mida i a la forma de l'objecte.
- Sostenir la mirada o fer seguiments visuals relacionats amb estímuls en moviment o que destaquen en l'entorn.

Totes aquestes respostes poden ser inconsistents, és a dir, poden no aparèixer sempre que s'aplica o està present l'estímul, o poden respondre només a determinades persones. És un estat similar al descrit en el nivell III del *LCFS*.

Giacino et al. estableixen uns criteris que indiquen que s'està sortint del *MCS*: hi ha d'haver evidència consistent de comunicació funcional i/o de l'ús funcional d'un objecte. S'entén per comunicació funcional el respondre correctament sis de sis preguntes bàsiques d'orientació de resposta si/no, en dues avaluacions consecutives (per exemple, estàs assegut?). Per ús funcional d'un objecte s'entén la utilització correcta d'almenys dos objectes quotidians en dues avaluacions consecutives.

De la mateixa manera que s'estableixen criteris de sortida del *MCS*, també s'estableix un límit inferior, que és l'indicatiu d'entrada en el *MCS*. Es tracta d'una única conducta de baixa complexitat, com per exemple la localització auditiva.

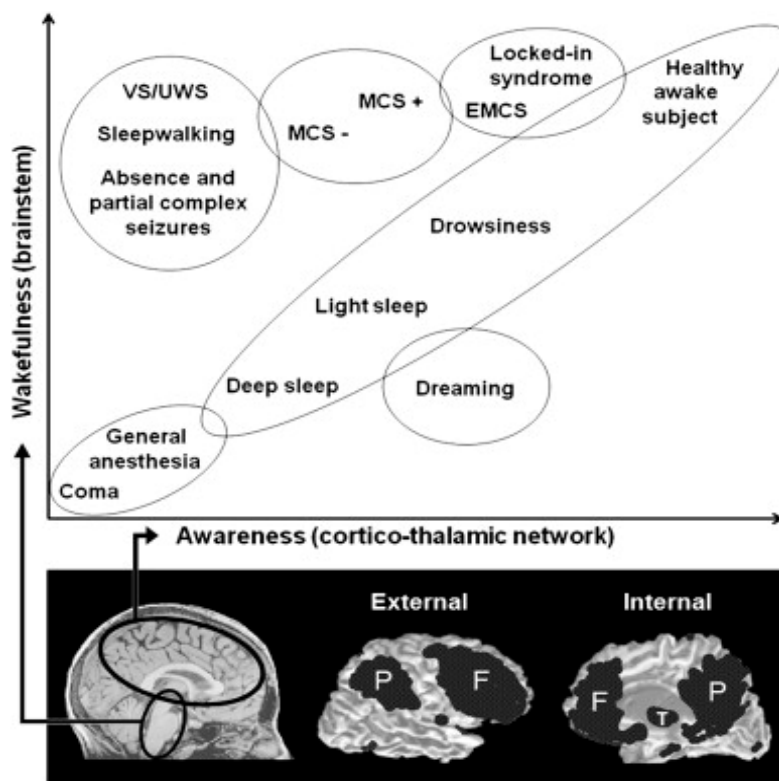


Fig. 6: Consciència com a continuu conductual. Imatge extreta de Di Perri et al., 2014

5. DIAGNÒSTIC DIFERENCIAL

L'avaluació acurada del nivell i del contingut de la consciència en persones amb dany cerebral sever és de vital importància (Laureys, Owen, Shiff, 2004). En l'actualitat no existeixen biomarcadors objectius ni anàlisis de laboratori per determinar la presència de consciència. Tot i els avanços en el camp de la neuroimatge, el diagnòstic diferencial es basa exclusivament en l'exploració clínica del pacient i la seva observació conductual, tant de manera espontània com a través de l'estimulació externa (*Royal College of Physicians*, 2003)

En l'exploració neurològica és molt important destacar quatre ítems a avaluar, i que requereixen un bon coneixement de l'organització del tronc de l'encèfal.

- Patró respiratori: és una dada molt informativa ja que varia en funció del nivell de la lesió.
- Resposta motora al dolor: en funció de la resposta, es podrà determinar el nivell de profunditat del coma. És molt important tenir integrats els patrons motors de les postures de decorticació i de descerebració, essent aquesta darrera més greu. Una evolució de decorticació a descerebració indica una evolució de la lesió rostro-caudal, que pot continuar progressant i ocasionar una parada cardiorespiratòria en qüestió de minuts.
- La resposta pupil·lar a la llum.
- Moviments oculars presents: les vies que impliquen als moviments oculars motors es distribueixen paral·lelament al SARA.

Taula 1: Comparativa entre les característiques dels pacients en Coma, en VS/UWS, en MCS i amb Síndrome de Locked-in					
Condicció	Mort Cerebral	Coma	VS/UWS	MCS	Síndrome Locked-in
Arousal	No	No	Sí	Sí	Sí
Awareness	No	No	No	Sí, intermitent	Sí
Funció motora	No	Activitat reflexa	Activitat reflexa/ no propositiva	Moviments voluntaris mínims, però reproduïbles	Paràlisi completa, excepte el moviment ocular
Funció respiratòria	No	Deprimida, variable	Sí	Sí	Sí
Dolor	No	No	No	Sí	Sí
Comunicació	No	No	No	Comunicació verbal o no verbal adequada al context	Amb adaptació (moviment vertical dels ulls o parpelleig)

La practica clínica mostra que reconèixer senyals que denotin la presència d'*awareness* és un repte molt desafiant. La detecció de signes de consciència és molt difícil degut a les fluctuacions en el nivell de l'*arousal*, la interferència de les respostes motores, que poden ser limitades o inconsistents

(Laureys, Boly, 2012), la presència d'alteracions sensoriomotrius, de dèficits cognitius i que afecten a la comunicació, i la influència de la medicació sedant (Hirschberg, Giacino, 2011).

Aquesta realitat es reflecteix en les errades diagnòstiques entre *VS/UWS*, *MCS*, i la Síndrome del *Locked-in* (taula 1). La **Síndrome del *Locked-in*** és un concepte que va ser definit per primer cop per Plum & Postner al 1966, i que traduïm com a la "síndrome del captiveri" degut a que es manifesta amb una quadriplegia i una anàrtria com a conseqüència de la disrupció dels tractes corticoespinals i corticobulbars respectivament. No és un desordre de la consciència (Laureys, Owen, Shift, 2004).

5.1. L'error diagnòstic

Els errors diagnòstics poden comportar greus conseqüències: per una banda, el *MCS* té un pronòstic més favorable que el *VS/UWS* (Giacino et al., 2002), amb el que l'error diagnòstic podria influir en els recursos que es posen a disposició del pacient per a facilitar la seva recuperació. A més, els pacients en *MCS* retenen una capacitat de processament cognitiu més elevada, i que comprèn àrees cerebrals més complexes que en els *VS/UWS*. Per exemple, alguns estudis han suggerit que les persones amb *MCS* són capaces de sentir dolor, fet que s'ha de tenir en compte per a l'administració de procediments quirúrgics invasius. A més, en alguns països, la legislació vigent només permet iniciar procediments relatius a la retirada de suport vital en casos de *VS/UWS* (Laureys, Owen, Shift, 2004; Fernandez-Espejo, 2016). L'error diagnòstic positiu, és a dir, diagnosticar com a *MCS* un pacient en *VS/UWS*, comporta també falses expectatives, amb greus implicacions en l'entorn familiar.

Un estudi realitzat per Schnakers et al, on 104 pacients que havien estat diagnosticats a partir de consens mèdic i de la valoració tradicional a peu de llit, es comparaven amb el diagnòstic obtingut mitjançant l'escala *Coma Recovery Scale-Revised* (*CRS-R*, més informació en la pàgina 13), xifrant l'error diagnòstic en un 41%. L'estudi suggereix que l'ús sistemàtic d'escala neuroconductuals estandarditzades podria ser útil en la reducció de diagnòstics erronis. És per aquest motiu que la comunitat científica i clínica coincideixen en recomanar que a l'exploració clàssica a peu de llit per realitzar el diagnòstic, és necessari incloure l'ús de bateries estandarditzades e incorporar en el procés a familiars i a cuidadors (Bernat, 2006).

5.2. Escales de Valoració

En els darrers anys s'ha realitzat un gran esforç per desenvolupar i estandarditzar eines de valoració que proporcionin informació clínica quantificable de les respostes que presenten les persones amb alteracions de consciència.

Els objectius principals que persegueixen les escales de valoració són: obtenir valor diagnòstic i pronòstic, ajudar a la planificació del tractament interdisciplinari i mesurar l'eficàcia de les teràpies implementades (Kalmar, Giacino, 2005).

La **Glasgow Coma Scale** (GCS) (Teasdale, Jennett, 1974; Teasdale et al, 2014) és la escala més utilitzada per determinar el nivell de consciència en la fase immediata a la lesió. La primera versió és original a 1974. Es valora la resposta ocular, la resposta motora i la resposta verbal. S'utilitza com a indicador de severitat.

Una de les escales importants en la intervenció en persones amb dany cerebral sever es la **Rancho los Amigos Level of Cognitive Function Scale** (LCFS) (Hagen, Malkmus, Durham, 1972). Es tracta d'una escala que defineix vuit estadis cognitiu-conductuals (10 estadis en la versió revisada), ordenats jeràrquicament, pels que una persona amb una lesió cerebral traumàtica va passant, començant des del coma fins al comportament independent. Es pot utilitzar com a guia per planificar el tractament.

Cal destacar la **Disability Rating Scale** (DRS), una escala àmpliament referenciada en la literatura, dissenyada per quantificar l'evolució de les persones amb dany cerebral des del l'estadi de coma fins a la reinserció comunitària. Valora quatre àrees: despertar, consciència, i resposta; capacitat cognitiva per les activitats d'automanteniment; dependència de terceres persones; i adaptació psicosocial (Rappaport, Hall, Belleza i Cope, 1982).

Al 2010, durant el *American Congress of Rehabilitation Medicine*, es crea el grup *Brain Injury-Interdisciplinary Special Interest Group, Disorders of Consciousness Task Force*, amb l'objectiu de revisar la literatura científica existent i formalitzar una recomanació d'escales diagnòstiques (taula 2). Aquestes recomanacions es fan en base a la validesa de contingut, la fiabilitat, validesa diagnòstica i el seu valor pronòstic. D'un total de 13 escales analitzades, la conclusió principal a la que es va arribar fou que les úniques escales adequades per diagnosticar pacients amb DOC són: *Coma Recovery Scale-Revised* (CRS-R) (Kalmar, Giacino, 2005), *Sensory Stimulation Assesment Measure* (SSAM) (Rader, Ellis, 1994), *Wessex Head Injury Matrix* (WHIM) (Shiel et al., 2000), *Western Neuro Sensory Stimulatin Profile* (WNSSP) (Ansell, Keenan, 1987), *Sensory Modality Assessment Technique* (SMART) (Gill-Thwaites, 1997) i, tot i que la recomanen amb reserves, la *Coma/ Near Coma Scale* (CNC) (Rappaport, Dougherty, Kelting, 1992). D'entre aquestes escales, la CRS-R i la SMART són les dues que es consideren més completes, que contenen elements específics per el diagnòstic diferencial entre el VS/UWS i el MCS (*American Congress of Rehabilitation Medicine, Brain Injury-Interdisciplinary Special Interest Group, Disorders of Consciousness Task Force et al, 2010*).

5.2.1. CRS-R: JFK Coma Recovery Scale-Revised (Kalmar, Giacino, 2005)

És l'escala d'ús més estès en la literatura científica especialitzada. Es tracta d'una escala d'accés gratuït i que no requereix formació reglada per a la seva administració.

Desenvolupada en un primer moment sota el nom de *JFK Coma Recovery Scale* per Giacino al 1991 amb l'objectiu de caracteritzar i monitoritzar a pacients entre els nivells I i IV del LCFS. Posteriorment, després la experiència clínica i en investigació, però sobre tot a arrel de la introducció dels criteris

diagnòstics del MCS al 2002 per la *Aspen Workgroup*, es procedeix a la seva revisió.

Consta de sis subescales que avaluen el processament auditiu, visual, motor, oromotor/verbal, de comunicació i de nivell d'alerta. Cada subescala presenta una sèrie d'ítems ordenats de manera jeràrquica. La puntuació de cada escala es basa en la presència o l'absència de comportaments específics en resposta als estímuls sensorials que l'avaluador presenta de manera estandarditzada. L'escala marca algunes respostes que indiquen un MCS, o que s'està sortint d'aquest.

Taula 2: Recomanacions de la *Disorders of Consciousness Task Force* sobre les escales diagnòstiques de les alteracions de la consciència (*American Congress of Rehabilitation Medicine, Brain Injury-Interdisciplinary Special Interest Group, Disorders of Consciousness Task Force, 2010*) *Adaptat de Fernandez-Espejo, 2016

Escala	Nom complet	Recomanació
CNC	Coma/Near-Coma Scale	Amb reserves
CRS-R*	Coma Recovery Scale-Revised	Sí
CLOCS	Comprehensive Levels of Consciousness Scale	No
FOUR	The Full Outline of UnResponsiveness Score	No
GLC	Glasgow-Liege Coma Scale	No
INNS	Innsbruk Coma Scale	No
LOEW	Loewenstein Communication Scale	No
RLS85	<i>Swedish Reaction Level Scale-1985</i>	No
SMART*	Sensory Modality Assessment and Rehabilitation Measure	Sí
SSAM	Sensory Stimulation Assessment Measure	Sí
WHIM	Wessed Head Injury Matrix	Sí
WNSSP	Western Neuro Sensory Stimulation Profile	Sí

*Escala de major acceptació entre la comunitat científica

5.2.2. SMART: *Sensory Modality Assessment and Rehabilitation Technique* (Gill-Thwaites, 1997; Gill-Thwaites, Munday, 2004)

Es tracta d'una escala desenvolupada per dues terapeutes ocupacionals amb l'objectiu de identificar *awareness* en persones amb VS/UWS. Per poder-la utilitzar s'ha de comprar, i requereix d'una formació prèvia.

És una eina molt estructurada que s'utilitza, a més de com a prova d'avaluació, com a eina de tractament. Consta de dues parts, una composta pel que anomenen "components informals" i una altra de "components formals". Per components informals s'entén la recollida de dades aportades per la família i els cuidadors principals. Els components formals consten del *SMART behavioural observation assessment* (un període d'observació conductual de 10 minuts previ a l'estimulació) i del *SMART sensory assessment*, 10 sessions de valoració estructurada i graduada de les capacitats sensorials, del nivell d'*arousal*, del funcionament motor bàsic i de la capacitat de comunicació.

La recollida d'informació es realitza mitjançant una escala jeràrquica de la resposta obtinguda posteriorment a la presentació de l'estímul sensorial, i

comprèn cinc nivells, que van des de la no resposta, a la resposta amb diferenciació.

5.2.3. MATADOC: Music Therapy Assessment Tool for Awareness in Disorders of Consciousness (Magee et al., 2013)

La MATADOC no apareix en l'anàlisi de la *DOC Task Force* degut a que el seu procés de validació i estandardització és posterior. Es tracta d'una eina que, al igual que la *SMART*, el seu ús no es limita a la valoració, sinó que també és una eina d'intervenció en pacients amb alteracions de la consciència.

La seva principal característica és l'ús de la música com a mitjà, que permet una major sensibilitat a l'hora de valorar les respostes als estímuls auditius, sobretot en pacients amb alteracions del llenguatge. Els estímuls auditius estan agafant cada vegada més pes en la valoració de la consciència (Gill-Thwaites, Munday, 2004; Owen et al., 2006).

Consta de 14 ítems dividits en tres subescales, que inclouen els 5 dominis generalment analitzats en els *DOC*: resposta motora, aspectes comunicatius, valoració de l'*arousal*, respostes auditives i respostes visuals.

5.3. Tècniques de neuroimatge

La mesura del metabolisme cerebral, i de l'activació de diferents àrees del cervell en resposta a un estímul sensorial utilitzant la tomografia per emissió de positrons (PET), la ressonància magnètica funcional (*fMRI*) i altres mètodes electrofisiològics han contribuït a obrir una nova finestra en la detecció d'activitat neurològica residual en persones amb dany cerebral sever.

Gràcies als avenços en el camp de la neuroimatge és possible, entre altres coses, observar *awareness* en pacients diagnosticats com a *VS/UWS* en els que la presència de consciència no pot ser demostrada mitjançant les avaluacions clíniques de consens de grups d'experts ni tampoc per mitjà de valoracions estandarditzades.

Els primers estudis realitzats es duïen a terme a través de l'estimulació passiva, i es va poder demostrar que es podien relacionar canvis en l'activació cerebral posteriors a la presentació d'estímuls sensorials amb processos cognitius concrets, sense necessitat d'una resposta motora o verbal (Owen et al., 2006; Laureys, 2007)

Al 2006, Owen et al., presenten l'estudi d'un cas d'una noia diagnosticada de *VS/UWS* de 5 mesos de durada a conseqüència d'un accident. Durant la *fMRI* se li van presentar frases mitjançant un estímul auditiu, observant activació en les àrees relacionades amb el processament lingüístic. Aquests processos també són observables sota els efectes de l'anestèsia general i durant alguns estadis del cicle vigília-son. Per tal de definir la presència real de consciència de resposta a aquests estímuls auditius, es duu a terme un segon estudi en el que s'inclouen tasques d'imagineria mental, amb un clar component volicional. El primer que es sol·licita és que imagini un partit de tennis, observant en conseqüència activació en l'àrea motora suplementària. Després se li sol·licita que s'imagini a ella mateixa caminant al voltant de les habitacions de la seva

casa, observant activació en les àrees relacionades amb la navegació espacial, demostrant sense dubte la presència d'*awareness*.

La neuroimatge també ens ajuda a respondre a qüestions tan importants com les referides a la percepció de dolor, factor que pot tenir un impacte crucial en les decisions que es prenen en referència a les cures i els tractaments. Utilitzant estimulació elèctrica d'alta intensitat (estímul dolorós) es pot detectar activació neuronal en el tronc de l'encèfal, en el tàlem i en el còrtex somatosensorial primari en persones diagnosticades de *VS/UWS*, mentre que les neurones d'ordre superior relacionades amb el dolor (àrees frontoparietals) romanen inactives. Aquesta activació és necessària per a la consciència del dolor (Laureys, 2005).

6. PRONÒSTIC

El pronòstic i la recuperació dels pacients amb alteracions de la consciència ha estat analitzada principalment des de tres àrees: estudis de mortalitat, des de la perspectiva de la recuperació de la consciència, i des de la recuperació de la funcionalitat. Sembla que el nivell de consciència i la seva durada en temps post lesió són factors clau predictius. De totes maneres, les dificultats més grans a l'hora de formular un pronòstic es troba en la dificultat de detectar el nivell d'*awareness* i realitzar el diagnòstic.

La **mortalitat** en pacients amb alteracions de consciència ha de ser avaluada en el context de múltiples variables, com són el tipus de lesió, la severitat de la lesió, el nivell de consciència, etc. L'índex de mortalitat és considerat relativament alt en persones amb alteracions de la consciència, essent el nombre més elevat en persones en *VS/UWS* que en persones en *MCS*. El nombre d'èxits és més alt en les unitats de cures intensives, i disminueix en les unitats de rehabilitació.

Des de la perspectiva de la **recuperació de la consciència**, al 1994, la *Multi-society Task Force on PVS* duu a terme un metaanàlisi on dicotomitza el pronòstic en funció de la etiologia de la lesió (dany cerebral d'origen traumàtic enfront al d'origen no traumàtic). El pronòstic de recuperació de la consciència fou substancialment millor per a les persones amb lesions d'origen traumàtic. Es conclou que el *VS/UWS* es considera irreversible després de tres mesos en el dany cerebral no traumàtic, i després de 12 mesos en el dany cerebral d'origen traumàtic. Estudis posteriors a 1994 indiquen que el pronòstic de recuperació de la consciència és millor que el que proposa la *Multi-society Task Force*, pel que les seves conclusions haurien de ser revisades (Giacino, Katz, Whyte, 2013).

Pel que fa a la **recuperació de la funcionalitat**, aquesta sembla ser substancialment més favorable pels pacients en *MCS* que en els *VS/UWS*, valorat a l'any posterior a la lesió, de la mateixa manera que s'observa un pronòstic més favorable pels afectats de dany cerebral traumàtic enfront als afectats de dany d'origen no traumàtic (Giacino, Kalmar, 1997).

7. INTERVENCIÓ INTERDISCIPLINÀRIA

La rehabilitació de les persones amb dany cerebral sever és un procés complex que requereix de les habilitats d'un vertader equip interdisciplinari. La família i/o l'entorn més proper ha de formar part d'aquest equip. Donat que la intervenció amb aquests pacients requereix d'un nombre considerable d'enfocs interdisciplinaris, és millor parlar en termes de necessitats funcionals que en termes de disciplines específiques (Andrews, 2005).

7.1. Prevenió de complicacions

Pocs tractaments han mostrat la suficient evidència científica sobre la recuperació neurològica o la millora funcional després d'una lesió neurològica severa. Conseqüentment, la majoria d'esforços s'encaminen a minimitzar les complicacions secundàries, ja que influeixen el procés de rehabilitació (Giacino, Katz, Whyte, 2013). Cal tenir en compte que, a més de les possibles complicacions secundàries, el dany neurològic pot anar acompanyat d'altres patologies com fractures (sobretot si es tracta d'una lesió d'origen traumàtic) així com antecedents patològics diversos (per exemple diabetis mellitus, alteracions cardiorespiratòries, obesitat, consum de tòxics, etc.).

Per prevenir les complicacions secundàries cal dur a terme una sèrie d'intervencions; mantenir un bon estat nutricional (generalment a través de sonda de gastrostomia), prendre totes les mesures adequades per a que la incontinença vesical e intestinal no produeixi infeccions renals, o augmenti el risc de úlceres per pressió (UPP); mantenir una bona higiene general (tant del pacient com de les persones que entren en contacte amb ell), així com una higiene bucal adequada per evitar l'aparició d'infeccions. Una de les complicacions secundàries més freqüents són les UPP, i la seva prevenció també passa per un bon maneig de la postura i el posicionament. És important valorar adequadament els beneficis o desavantatges de la medicació que s'ha de prendre, ja que n'hi ha que presenta un fort efecte sedant (Andrews, 2005).

7.2. Tractament farmacològic

Les intervencions farmacològiques s'utilitzen amb l'objectiu de millorar el nivell d'*arousal*, promoure la iniciació i el manteniment de respostes conductuals, estimular la parla, i reduir l'agitació en els pacients. Els fàrmacs més utilitzats són els agonistes dopaminèrgics i els agents GABAèrgics.

Pel que fa als agonistes dopaminèrgics, l'Amantadine hydrochloride (AH) és la única medicació que ha demostrat augmentar el ritme de recuperació en pacients amb alteracions de la consciència. Altres agents dopaminèrgics utilitzats són la bromocriptina, l'apomorfina, la levodopa i el metilfenidat. Paradoxalment, els agonistes GABAèrgics, que s'utilitzen generalment com a hipnòtics, han demostrat efecte sobre l'increment de l'*arousal*, especialment el Zolpidem (Hirschberg, Giacino, 2011; Giacino, Katz, Whyte, 2013).

7.3. Neuromodulació

L'**estimulació cerebral profunda** consisteix en la utilització d'uns implants quirúrgics que envien impulsos elèctrics a diferents estructures cerebrals,

generalment al nucli central del tàlem, amb la intenció de modular els circuits neuronals responsables de l'*arousal* i l'atenció (Shiff, Giacino, Fins, 2009).

Amb aquest mateix objectiu, actualment estan incrementant el nombre d'estudis que utilitzen l'**estimulació magnètica transcranial**. Es tracta de l'aplicació de corrents magnètiques que produeixen un canvi elèctric en regions particulars del cervell.

7.4. Tècniques utilitzades en rehabilitació

L'objectiu principal de tractament en la rehabilitació de les persones amb alteracions de la consciència són la restauració de les habilitats per a la comunicació i la realització de les activitats de la vida diària de la manera més autònoma e independent possible (Giacino, Katz, Whyte, 2013). Juntament amb les teràpies farmacològiques i de neuromodulació, en el procés de rehabilitació s'inclou el tractament físic i postural, i l'estimulació sensorial (Andrews, 2005), sense deixar de mencionar la oportunitat que ens brinden les noves tecnologies.

7.4.1. Tractament físic i postural

La majoria de persones amb dany cerebral sever presenten un augment de to muscular, que en ocasions produeix l'aparició de contractures i deformitats. Les estratègies de rehabilitació més comunes que s'utilitzen per prevenir o posar remei a aquesta problemàtica són els estiraments passius, les mobilitzacions articulars, la utilització de fèrules, i altres teràpies manuals específiques.

El manteniment d'una posició adequada tant al llit, com a la cadira de rodes o als diferents dispositius que permeten una bipedestació té una gran importància, ja que, proporcionant una superfície de recolzament adequada amb una bona alineació corporal, es permet la relaxació muscular i s'actua en la prevenció de l'aparició de patrons anòmals de moviment. Cal destacar que la postura té un efecte directe sobre l'*arousal* a partir de l'estimulació del sistema vestibular. Una bon posicionament en sedestació permet al pacient una millor interacció amb l'entorn (Munday, 2005). El *Royal College of Physicians* (2003) recomana que tant la valoració com el tractament del pacient es realitzi en diferents posicions.

La manca d'estudis prospectius amb grups control aleatoritzats no permet parlar d'evidència científica, tot i que en alguns estudis de cas únic és pot afirmar l'efectivitat d'aquest tipus de tractaments (Giacino, Katz, Whyte, 2013).

7.4.2. Estimulació sensorial

Rader i Ellis (1994) defineixen l'estimulació sensorial com a l'ús de material per estimular al pacient no-responsiu per millorar l'*arousal* e incrementar el nivell d'*awareness*. Tenint en compte que l'anàlisi d'aquest concepte forma part de l'objectiu principal d'aquest treball, es tractarà amb profunditat en els propers apartats.

7.4.3. Les noves tecnologies

La revolució de les noves tecnologies aplicades a la salut està obrint un ventall d'oportunitats als pacients amb alteracions de la consciència. Es tracta d'introduir un o varis commutadors connectats a un ordinador, utilitzant la mobilitat residual del pacient (moviments oculars, del polze, moviment d'una extremitat, del cap, etc.) per realitzar una intervenció basada en accions de causa-efecte. Per exemple, un usuari és capaç, a través del moviment d'un braç, d'accionar un commutador que, a la pressió, en la pantalla de l'ordinador podrà observar una modificació en la imatge. Aquest tipus d'intervencions promouen un paper actiu en la recerca i el control dels estímuls de l'entorn, poden contribuir en l'establiment d'un sistema alternatiu de comunicació, i també són útils en la identificació d'*awareness* en persones diagnosticades en VS/UWS (Lancioni et al., 2010; Munday, 2005).

7.5. El paper de la família

Les alteracions de la consciència tenen un efecte devastador en la família. Estat vegetatiu i estat de mínima consciència són conceptes de difícil comprensió per la majoria de familiars (Munday, 2005).

Cada membre de la família pot experimentar el procés de manera distinta, sentint tristesa, esgotament, agressivitat, sobreprotecció, etc. És freqüent el sentiment d'impotència que sorgeix davant la complexitat del problema. Segons Andrews, la intervenció amb la família ha d'incloure: donar informació clara davant les seves preguntes, tot i que la naturalesa de la lesió dificulti donar algunes respostes; oferir suport emocional, i assessorament en referència als recursos econòmics i socials presents en la comunitat.

Cal destacar el paper de la família en el procés de rehabilitació donat que són els que tenen la informació de com era la persona prèviament al dany cerebral. S'aprofundirà molt més en aquest aspecte en els apartats que venen a continuació.

8. ESTIMULACIÓ SENSORIAL

8.1. El concepte

Giacino (1996) defineix l'estimulació sensorial en les persones amb alteracions de la consciència com l'aplicació d'un estímul ambiental amb la intenció de promoure l'*arousal* i les respostes conductuals.

LeWinn i Dimancescu (1978) afirmen que en l'adult sà, la **deprivació sensorial** causa una àmplia afectació dels processos perceptius i intel·lectuals acompanyants per canvis en l'activitat elèctrica cerebral. L'estimulació sensorial es basa en la idea de prevenir la deprivació sensorial a partir de promoure un ambient enriquit que promogui la **plasticitat** neuronal. La plasticitat cerebral és una propietat intrínseca del sistema nerviós que permet al cervell modificar la seva organització i la seva funció, no només a causa de factors endògens, sinó que també és una conseqüència de la interacció amb l'entorn (Pascual-Leone et al., 2005).

L'objectiu principal de l'estimulació sensorial no és provocar l'*arousal*, sinó que busca el manteniment del to cortical. El mecanisme per mantenir aquest to està relacionat amb l'alerta. L'*arousal* crea les condicions per l'alerta (Wood, 1991). Significa que mitjançant l'estimulació sensorial no es persegueix que el pacient estigui més excitat o més despert, sinó que, durant els períodes en què està despert, sigui més conscient, és a dir, estigui més alerta als estímuls procedents del seu propi cos i/o de l'entorn.

8.2. L'evidència científica

Actualment, no hi ha suficient evidència científica per donar suport, o descartar l'efectivitat dels tractaments d'estimulació sensorial (Giacino, 1996; Wilson et al., 1996; Lombardi et al., 2002; Meyer et al., 2010; Lancioni et al., 2010; Padilla i Domina, 2016).

Pel que fa a la **tipologia** dels estudis, la majoria que analitzen aquest tipus d'intervencions són treballs retrospectius o de cas únic.

La **metodologia** de tractament proposada varia considerablement entre els estudis. Alguns analitzen l'estimulació multimodal, és a dir, de més d'un sentit en una mateixa sessió, i d'altres que analitzen l'estimulació d'un sentit aïllat per sessió, el que s'anomena estimulació unimodal. (Wilson et al., 1996). La freqüència, la durada i la intensitat dels estímuls aplicats varien a cada treball de manera substancial. Un dels majors inconvenients a destacar en els estudis és l'ús inconsistent de les definicions de Coma, de *VS/UWS*, i de *MCS*, generant biaix inter-estudis. En general, els plantejaments de la metodologia d'intervenció tenen una falta de rigor important (per exemple, s'explica el tipus d'estimulació a aplicar, però no el com, ni el qui, ni on) (Lombardi et al., 2002).

La majoria d'estudis basen els seus **resultats** en els canvis conductuals observats i mesurats en base a escales sensorials i conductuals específiques, tot i que moltes vegades aquests instruments no són suficientment sensibles als canvis a valorar. Altres estudis mesuren simplement la freqüència en què apareixen canvis després del tractament i d'altres que es basen exclusivament en observacions personals (Lombardi et al., 2002; Lancioni et al., 2010).

Les revisions sistemàtiques consultades coincideixen en destacar un dels pocs treballs que plantegen un grup control aleatoritzat, realitzat per Johnson, Roething-Johnson i Richards al 1993. Es tracta d'un estudi que inclou a 14 homes en coma ($GCS \leq 8$), dins les 24 primeres hores post lesió, on 7 d'ells reben estimulació sensorial multimodal i, de manera aleatòria, els altres 7 formen el grup placebo. Es monitoritzen alguns marcadors bioquímics i fisiològics abans i després de cada sessió. Els autors reporten una diferència significant en sis d'aquests marcadors a favor del grup que rep l'estimulació, als 6 dies post lesió. Malgrat això, aquestes mesures no mostraren diferències entre els supervivents i els que moriren. Entre d'altres factors, aquest estudi es veu compromès per la manca d'equivalència entre els grups a l'hora de la seva integració en l'estudi. A més, el grup de tractament rep estimulació durant una mitjana de 8 dies, mentre que el grup placebo només és seguit durant 4 dies.

Tot i aquesta manca d'evidència científica al respecte, es tracta d'un mètode de tractament on la seva importància és universalment acceptada (Giacino, 1996).

L'estimulació sensorial és un mètode poc invasiu, no perillós, barato, i amb una metodologia senzilla d'aplicar. Per aquestes raons, és potencialment atractiu com a mètode de rehabilitació (Abbate et al., 2014).

8.3. Evolució de les intervencions mitjançant l'Estimulació Sensorial

Les intervencions mitjançant l'estimulació sensorial proposades pels diferents autors han anat canviant durant les darreres dècades.

La primera vegada que es parla del concepte d'estimulació sensorial és a principis dels anys 50, quan investigadors del *Institute for the Achievement of Human Potential (I.A.H.P.)* de Califòrnia (EEUU) proposen la idea de que els programes consistents en ímputs sensorials ambientals, en una freqüència, intensitat i durada molt superior a l'estimulació que pugui provenir de la intervenció ordinària i habitual de qualsevol hospital, pot millorar la velocitat i el grau de recuperació del coma. Afirment que "en els pacients en coma, tot i que el problema és principalment cerebral, hi ha un condicionant en la privació ambiental que pot comportar una alteració dels processos perceptius i intel·lectuals, acompanyats de dany en l'activitat elèctrica cerebral (LeWinn, Dimancescu, 1978). Es tracta de l'aplicació d'un **bombardeig sensorial indiscriminat** per prevenir les conseqüències de la privació sensorial.

Wood (1991) realitza un anàlisi crític del concepte d'estimulació sensorial des de la perspectiva de la teoria del processament de la informació i els mecanismes neurològics que modulen la resposta als estímuls sensorials, i introdueix el concepte de **Regulació Sensorial**.

L'atenció selectiva és un element clau dins els processos cerebrals que fan possible que el sistema nerviós central pugui processar la gran quantitat d'informació sensorial a la que està exposat constantment. Com el propi terme indica, l'atenció selectiva "selecciona" la informació i exclou de l'anàlisi els estímuls irrellevants, amb la finalitat d'atendre als estímuls rellevants, significatius o d'interès. És un mecanisme complex que probablement no pugui operar correctament en una persona amb dany cerebral sever.

L'entorn clínic on es troba el pacient és ple d'estímuls (des de les màquines hospitalàries, al soroll que emet el propi personal, passant per l'estimulació constant per part dels familiars, etc.) Per això, si a l'estimulació ambiental constant que pateixen, se li afegeix un bombardeig sensorial en forma de tractament, aquesta sobre-estimulació derivarà en un procés d'habitució, i la seva conseqüència serà una disminució de l'alerta, originant en el pacient un estat profund d'inconsciència. Per això, Wood afirma que un prerrequisit per dur a terme una estimulació sensorial, és que aquesta es realitzi en unes condicions que facilitin l'atenció selectiva, és a dir, en un entorn regulat sensorialment. La regulació sensorial és un dels conceptes més importants i més difícils de dur a terme.

En les darreres dècades, el tipus d'estimulació que es realitza de manera generalitzada és l'**estimulació sensorial estructurada**, que es basa en estimular cada un dels sentits (visió, audició, tacte, olfacte i gust) de forma graduada i adaptada al nivell de resposta de la persona. Ja no es parla d'una estimulació continua i indiscriminada. En una mateixa sessió es poden

estimular tots els sentits (anomenat estimulació **multisensorial** o **multimodal**), o només un sol sentit (estimulació **unimodal**). Cal destacar que els estímuls es separen artificialment, ja que en la vida diària són inevitablement multimodals. Aquest tipus d'estimulació compren la presentació d'estímuls generalment simples, freqüents i repetitius, amb una intensitat moderada-alta. Un bon exemple d'aquest tipus d'intervenció és la que proposa Gill-Twaittes amb l'aplicació de l'SMART com a eina de tractament.

8.4. Cap a una renovació metodològica

L'absència d'una base teòrica ferma en el passat al voltat del concepte, ha fet que el mètode evolucioni en base de l'assumpció de premisses possiblement vàlides però que, a conseqüència de les tècniques de neuroimatge i a les seves troballes, necessiten una renovació (Abbate et al., 2014).

Una de les fites més importants que promou aquest canvi de paradigma metodològic ha estat poder determinar la presència d'**awareness en absència de manifestacions clíniques i conductuals visibles** (Owen et al., 2006). Mitjançant tècniques de neuroimatge, és possible visualitzar l'activació d'àrees cerebrals concretes relacionades amb la presentació d'un estímul sensorial o d'una demanda cognitiva concreta, sense necessitat d'una resposta motora o verbal conductual (Laureys, 2005; Owen et al., 2006). Aquesta presència de **respostes encobertes suggereix la preservació "d'illes" amb funcions cognitives superiors** (processament del llenguatge, respostes volitives davant una demanda, imaginària mental, etc.)(Coleman et al., 2007; Shiff et al., 2005).

Mitjançant *fMRI* es pot observar que alguns pacients preserven àmplies xarxes d'activació neuronal associades a processament del llenguatge i a l'estimulació tàctil (Shiff et al., 2005) així com al processament visual (Zhu et al., 2009) i a més, confirmen que les respostes d'aquests pacients són majors quan l'estímul que es presenta té un **significat personal, autobiogràfic, amb càrrega emocional**. Per exemple, s'ha observat un major seguiment visual davant el reflex de la cara d'un mateix que davant un estímul de l'entorn no familiar (Vanhaudenhuyse et al., 2008), una millor localització auditiva mitjançant l'ús del propi nom en comparació amb un estímul auditiu neutre (Cheng et al., 2013), major activació en les xarxes neuronals davant la narració d'una història amb contingut autobiogràfic (Shiff et al., 2005) així com l'estimulació auditiva a través d'una veu com pot ser la de la pròpia mare (Bekinshtein et al., 2004).

En general, l'**estimulació multimodal** mostra millors resultats que l'estimulació unimodal (Wilson et al., 1996). Però els estímuls més utilitzats durant els procediments d'estimulació no són realment multimodals per se, sinó que aquestes intervencions es basen en una sumatòria d'estímuls unimodals per a cada canal sensorial (Rader, Alston, Ellis, 1989; Gill-Twaittes, Munday, 2004). Tradicionalment, el model d'integració de la informació sensorial ha descrit formes de processament sensorial unimodal en les àrees corticals de primer nivell, i la seva posterior integració en àrees d'associació, on té lloc el processament de la informació multimodal. Les darreres investigacions suggereixen que el processament de la informació sensorial no només és multimodal en les àrees d'associació, sinó també en àrees primàries, indicant la

possibilitat del que el processament dels estímuls en tot el nivell cortical sigui essencialment multisensorial (Ghazanfar, Schroeder, 2006).

Si la utilització de tasques actives com a canvi de paradigma en la recerca d'*awareness* mitjançant tècniques de neuroimatge (Laureys, Boly, 2012) ha permès determinar la presència de respostes cognitives encobertes, cal plantejar que l'estimulació no només ha d'anar encaminada a **estimular a l'input d'entrada** de l'estímul, sinó buscar o **facilitar també l'output o resposta** a aquest estímul, encara que aquesta resposta no es pugui observar de manera conductual. Si aquestes demandes actives tenen lloc en un **context immersiu**, dotant als estímuls de consistència, es contribuirà no només a una major activació cortical, sinó a un major nombre de respostes conductuals. La resposta conductual no depèn de la intensitat de l'estímul, sinó de la seva complexitat (Di Stefano, Cortesi, 2012).

En la utilització de l'estimulació sensorial com a eina de tractament s'ha de tenir en compte el concepte d'**habituació**, és a dir, que davant una estimulació repetitiva s'obtidran respostes conductuals decreixents (Rankin et al., 2009).

En base a totes aquestes afirmacions, una nova aproximació a l'estimulació sensorial és imprescindible, hi ha d'incloure l'ús **d'estímuls estructurats i complexos**, aplicats a través de **múltiples canals sensorials i integrats** de manera simultània en una mateixa fita. Aquests estímuls han de tenir connotacions **afectives, emocionals** i referències **autobiogràfiques**. Han d'incloure **accions dinàmiques adequades al context**, i mitjançant aquestes accions no només s'ha de pretendre **estimular al input** o entrada de l'estímul, sinó buscar o **facilitar també al output**, o resposta conductual a aquest estímul (Abbate et al., 2014).

9. PROPOSTA D'INTERVENCIÓ

A continuació es realitza una proposta d'intervenció clínica en base als conceptes i afirmacions exposats en el treball.

9.1. Entrevista inicial amb la família

Degut a que la informació relativa al pacient no es pot obtenir a partir del tracte directe amb aquest, l'entrevista inicial amb les famílies és especialment important. L'objectiu anirà encaminat a aconseguir, per una banda, informació sobre l'estil de vida del pacient previ a la lesió cerebral, i per una altra, informació sobre les respostes observades des de la lesió fins al moment actual.

Per aconseguir reunir tota la **informació rellevant sobre l'estil de vida previ**, a més de les dades recollides durant l'entrevista inicial, es facilitarà als familiars un petit qüestionari que permeti dibuixar un perfil del pacient des d'un punt de vista holístic, incidint en els interessos, els rols, la cultura i el rerefons social del pacient (veure Annex 1, Qüestionari sobre l'estil de vida del pacient). Tota aquesta informació ens permetrà orientar el tipus d'estímuls a utilitzar durant les sessions.

Tot i que la família no pot considerar-se un observador objectiu, i en què les respostes que puguin observar en els seus familiars, la distinció entre conducta conscient i resposta reflexa pot comportar un excés d'optimisme, és molt important que ens facilitin la **informació de les respostes observades** des del moment de la lesió fins a l'actualitat. La família passa la major part del temps amb el pacient, observat un major nombre de conductes; a més, els pacients poden respondre més, i a un nivell més alt, amb els seus esser estimats que amb el personal de l'hospital.

És important que durant l'entrevista amb els familiars, el pacient hi sigui present i en formi part activa. Aquest primer contacte serà molt informatiu i ens permetrà obtenir una primera impressió general sobre l'estat del pacient.

9.2. Consideracions prèvies a la intervenció

Les sessions d'estimulació sensorial han de tenir lloc en un entorn tranquil, que eviti la sobre-estimulació i que permeti al pacient prendre consciència del seu entorn. Aquest entorn ha d'anar lligat, real o virtualment, als estímuls o accions que es presentin durant la sessió. S'ha de realitzar una planificació prèvia per evitar que es perdi la consistència entre els estímuls presentats, les demandes al pacient, i el context en què es realitza. S'ha de preparar una bateria d'objectes, estímuls o accions en base al perfil del pacient, obtingut mitjançant l'entrevista i el qüestionari a les famílies. S'ha de valorar la possibilitat de que alguns familiars o essers estimats formin part activa durant la dinàmica de la intervenció.

A ser possible, l'estimulació es realitzarà en sedestació amb el pacient en una cadira de rodes. Si no és possible, s'ha de valorar l'opció de que el llit estigui semi incorporat. Si les condicions generals del pacient ho permeten, és interessant plantejar la possibilitat d'anar modificant la seva postura durant el decurs de la sessió, sempre que això afavoreixi una interacció més dinàmica amb l'entorn.

Per facilitar la comunicació amb el pacient, el llenguatge utilitzat ha de ser senzill i pausat. Cal anticipar el que es farà, així com verbalitzar el que s'està fent en tot moment. Cal donar temps al pacient per a que pugui respondre a l'estímul, així com oferir descansos freqüents.

9.3. Intervenció

La intervenció mitjançant l'estimulació sensorial ha de partir de les conclusions extretes anteriorment durant el plantejament de la proposta de renovació metodològica. Aquesta estimulació ha d'incloure l'ús d'estímuls estructurats i complexes, aplicats a través de múltiples canals sensorials i integrats de manera simultània en una mateixa fita. Aquests estímuls han de tenir connotacions afectives, emocionals i referències autobiogràfiques. Han d'incloure accions dinàmiques adequades al context, i mitjançant aquestes accions s'ha de pretendre estimular a l'*input* i facilitar també a l'*output*, o resposta conductual a aquest estímul.

Una opció vàlida per poder adaptar tots aquests criteris és recórrer a l'estimulació mitjançant activitats quotidianes i significatives que el pacient

realitzava anteriorment al accident. El ventall d'opcions és ampli, i parteix d'una visió holística del pacient. A continuació es planteja un exemple d'intervenció.

Es tracta d'un home que es dedica al món de la construcció, i que en especial li agrada molt el tema dels muntatges i les instal·lacions. En una sessió d'estimulació es podria comptar amb la col·laboració d'algun company de feina, amb una gravació del soroll de fons que hi ha en una obra, i sol·licitant una tasca activa com podria ser l'enganxar dos bocins de canonada. En la sessió no es busca que el pacient sigui capaç d'enganxar els dos bocins de canonada (provablement si ho aconseguís ja no compliria criteris de mínima consciència), però sí fer-lo partícip de tota aquesta acció dinàmica, encara que les accions motores siguin realitzades o guiades pel company o pel terapeuta.

Es proposa que la intervenció es dugui a terme dos cops al dia, amb una durada de 20 minuts per sessió, una al matí i una altra a la tarda. L'activitat proposada ha d'alternar amb una altra distinta. Seguint el mateix exemple, pel matí es podria realitzar la intervenció anteriorment descrita, i per la tarda, es podria realitzar una activitat relacionada amb la cura d'un mateix. Consistiria en plantejar la sessió com: el pacient té les mans brutes de la feina, i ha d'anar a lavabo a rentar-se les mans. De la mateixa manera, ha de ser partícip de tot el procés, des de l'encesa de la llum del bany, obrir l'aixeta, posar-se el sabó (que podria ser el mateix que té a casa seva), etc.

9.4. Mesura de resultats

Per poder objectivar si la intervenció que es duu a terme amb el pacient compleix de manera efectiva els objectius de tractament plantejats, s'utilitzarà l'escala *CRS-R* (Kalmar, Giacino, 2005), en concret la versió adaptada al castellà de l'escala (Noé et al., 2012) (veure annex 2).

La selecció d'aquesta escala, enfront a la resta d'escales presents en la literatura, es basa en recomanació de la *DOC Task Force* (2010) que, juntament amb la *SMART*, són considerades les escales amb major validesa i valor pronòstic. S'afegeix a l'elecció que es tracta de l'escala d'us més estès en la literatura científica especialitzada. El seu accés és gratuït, està validada al castellà, no requereix formació reglada per a la seva administració.

Consta de sis subescales que avaluen el processament auditiu, visual, motor, oromotor/verbal, de comunicació i de nivell d'alerta. Cada subescala presenta una sèrie de ítems ordenats de manera jeràrquica. La puntuació de l'escala es basa en la presència o l'absència de comportaments específics en resposta als estímuls sensorials que l'avaluador presenta de manera estandarditzada. L'escala marca algunes respostes que indiquen un *MCS*, o que s'està sortint d'aquest.

La valoració es realitzarà un dia a la setmana (per exemple, cada divendres), i que coincideixi sempre amb la mateixa franja horària del dia. Serà realitzada per un altre membre de l'equip que no realitzi sessions d'estimulació directament amb el pacient, acompanyat pel terapeuta de referència, amb la finalitat de que els criteris de valoració siguin objectius.

10. CONCLUSIONS

Les troballes aportades per la neuroimatge, sobretot en la darrera dècada, han produït un canvi substancial en la comprensió de les alteracions de la consciència. L'estimulació sensorial és una de les tècniques d'intervenció universalment més acceptades per al tractament d'aquests pacients. Es tracta d'un mètode senzill d'aplicar, poc invasiu, que no requereix d'una gran infraestructura ni comporta una despesa econòmica significativa. Totes aquestes connotacions el converteixen en un mètode molt atractiu, però que no pot esdevenir un concepte immobilitista i arcaic, quedant a banda de tots aquests nous coneixements. Cal una renovació del mètode. En base als diferents estudis analitzats i les troballes en neuroimatge, es pot afirmar que l'estimulació sensorial ha d'incloure l'ús d'estímuls estructurats i complexos, aplicats a través de múltiples canals sensorials i integrats de manera simultània en una mateixa fita. Aquests estímuls han de tenir connotacions afectives, emocionals i referències autobiogràfiques. Han d'incloure accions dinàmiques adequades al context, i mitjançant aquestes accions no només s'ha de pretendre estimular l'*input* o entrada de l'estímul, sinó buscar o facilitar també a l'*output*, o resposta conductual a aquest estímul.

11. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- Abbate, C., Trimarchi, P. D., Basile, I., Mazzucchi, A., & Devalle, G. (2014) Sensory stimulation for patients with disorders of consciousness: from stimulation to rehabilitation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8. doi:10.3389/fnhum.2014.00616
- American Congress of Rehabilitation Medicine, Brain-Injury-Interdisciplinary Special Interest Group, Disorders of Consciousness Task Force, Seel, R.T., Sherer, M., Whyte J., Katz, D.I., Giacino, J., et al. (2010) Assessment scales for disorders of consciousness: evidence-based recommendations for clinical practice and research. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(12), pp.1795-1813. doi: 10.1016/j.apmr.2010.07.218
- Andrews, K. (2005) Rehabilitation practice following profound brain damage. *Neuropsychological Rehabilitation*, 15,(3-4) pp.461-472 doi: 10.1080/09602010443000326
- Ansell, B.J. i Keenann, J.E. (1989) The Western Neuro Sensory Stimulation profile: a tool for assessing slow-to-recover head injured patients. *of Physical Medicine and Rehabilitation*, 15 (3/4), pp.214-223.
- Bekinschtein, T., Leiguarda, R., Armony, J., Owen, A., Carpintiero, S., Niklison, J., Olmos, L., Sigman, L., Manes, F. (2004) Emotion processing in the minimally conscious state. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 75, p.788
- Bernat, J. (2006) Chronic disorders of consciousness. *The Lancet*. 367, pp.1181-1192

- Cheng, L., Gosseries, O., Ying, L., Hu, D., Gao, H., He, M., Schnakers, C., Laureys, S., Di, H. (2013) Assessment of localization to auditory stimulation in post-comatose states: use the patient's own name. *BMC Neurology*, 13(27) doi: 10.1186/1471-2377-13-27
- Coleman, M. R., Rodd, J., Davis, M., Johnsrude, I., Menon, D., Pickard, J., Owen, A. (2007) Do vegetative patients retain aspects of language comprehension? Evidence from fMRI. *Brain*, 130, pp.2492-2507
- De Pobes A., Bové M. (2010) Tratamiento ocupacional en los estados vegetativos y de mínima conciencia. A: Polonio B., Romero D. (Ed.) *Terapia Ocupacional aplicada al daño cerebral adquirido*. (pp.217-238) Madrid: Panamericana.
- Di Stefano, C., Cortesi, A., Masotti, S., Simoncini, L., & Piperno, R. (2012) Increased behavioural responsiveness with complex stimulation in VS and MCS: Preliminary results. *Brain Injury*, 26(10), pp.1250-1256
- Di Perri C, Stender J, Laureys S, Gosseries O. (2014) Functional neuroanatomy of disorders of consciousness. *Epilepsy and behavior Special Issue*, 30, pp.28-32.
- Fernandez-Espejo D. (2016) Avances en la evaluación del estado de la conciencia: papel de la evaluación a pie de cama y las técnicas de neuroimagen en el proceso diagnóstico. *Papeles del psicólogo*. 37(1), pp.3-13
- Ghazanfar, A., Schroeder, C. (2006) Is neocortex essentially multisensory? *TRENDS in cognitive sciences*, 10(6), pp.278-285
- Giacino, J. (1996) Sensory Stimulation: Theoretical perspectives and the evidence for effectiveness. *Neurorehabilitation*, 6, pp.69-78 doi: 10.1016/1053-8135(95)00149-2
- Giacino, J., Kalmar, K (1997) The vegetative and minimally conscious states: a comparison of clinical features and functional outcome during the first year post-injury. *Journal Head Trauma Rehabil*, 12(4), pp.36-51
- Giacino, J., Katz, D., Whyte, J. (2013) Neurorehabilitation in Disorders of Consciousness. *Seminars in Neurology*, 33, pp.142-156 doi: 10.1055/s-0033-1348960
- Giacino J., Ashwall S, Childs N., Cranford R., Jennet B., Katz D., et al. (2002) The minimally conscious state: definition and diagnostics criteria. *Neurology*, 58, pp.349-353
- Gill-Thwaites, H. (1997) The Sensory Modality Assessment Rehabilitation Technique – A tool for assessment and treatment of patients with severe brain injury in a vegetative state. *Brain Injury*. 11(10), pp.723-734.
- Gill-Thwaites, H., Munday, R. (2004) The sensory modality assessment and rehabilitation technique (SMART): a valid and reliable assessment for vegetative state and minimally conscious state patients. *Brain Injury*, 18(12), pp.1255-1269 doi:10.1080/02699050410001719952

- Hagen C., Malkmus D. i Durham P. (1972) Levels of cognitive functioning. *Rancho Los Amigos Hospital, Downey, CA.*
- Hirschberg R., Giacino J. (2011) The vegetative and minimally conscious states: diagnosis, prognosis and treatment. *Neurologic Clinics*, 29, pp.773-786
- Kalmar K., Giacino J. (2005) The JFK Coma Recovery Scale – Revised. *Neuropsychological Rehabilitation*, 15(3-4), pp.454-460 doi: 10.1080/0960201044300425
- Kandell E.R., Schwartz J.H. y Jessell T.M. (2001) Principios de Neurociencia. *McGraw-Hill/Interamericana*. Madrid
- Lancioni, G.E., Bosco, A., Olivetti Belardinelli, M.Singh, N.N., O'Reilly, M.F., and Sigafoos, J. (2010) An overview of intervention options for promoting adaptative behaviour of persons with acquired brain injury and minimally conscious state. *Research in Developmental Disabilities*. 31, pp.1121-1134. doi: 10.1016/j.ridd.2010.06.019
- Laureys, S. (2005) The neural correlate of (un)awareness: lessons from the vegetative state. *TRENDS in Cognitive Science*, 9(12), pp.556-559 doi:10/1016/j.tics.2005.10.010
- Laureys, S. (2007) Eyes open, brain shut. *Scientific American*, 296, pp.32-37.
- Laureys, S., Berré, J. i Goldman, S. (2001) Cerebral function in coma, vegetative state, minimally conscious state, locked-in syndrome, and brain death. A: J.L. Vincent (Ed.), *Yearbook of intensive care and emergency medicine* (pp. 386-396). Berlin: Springer.
- Laureys, S., Boly M. (2012) Unresponsive Wakefulness Syndrome. *Archives Italiennes de Biologie*, 150, pp.31-35
- Laureys, S., Owen A., Schiff N. (2004) Brain function in coma, vegetative state, and related disorders. *The Lancet Neurology*, 3(9), pp.537-546 doi: 10.1016/S1474-4422(04)00852-X
- LeWinn, E., Dimancescu, M. (1978) Environmental deprivation and enrichment in coma. *The Lancet*, 15, pp.156-157
- Lombardi, F.F.L., Taricco, M., De Tanti, A., Telaro, E., and Liberati, A. (2002) Sensory stimulation for brain injured individuals in coma or vegetative state. *Cochrane Database Systematic Review*. CD001427. doi:10.1002/14651858.CD001427
- Magee, W., Siegert, R., Daveson, B., Lenton-Smith, G., Taylor, S. (2013) Music Therapy Assessment Tool for Awareness in Disorders of Consciousness (MATADOC): standardization of the principal subscale to assess awareness in patients with disorders of consciousness. *Neuropsychological Rehabilitation*. doi: 10.1080/09602011.2013.844174
- Meyer, M.J., Megyesi, J., Meythaler, J., Murie-Fernandez, M., Aubut, J. A.,Foley, N.,...Teasell, R. (2010) Acute management of acquired brain

injury Part III: An evidence-based review of interventions to promote arousal from coma. *Brain Injury*, 24, pp.722-729. doi: 10.3109/02699051003692134

Munday R. (2005) Vegetative and Minimally conscious state: How can Occupational therapists help?, *Neuropsychological Rehabilitation*, 15(3-4), pp.503-513 doi: 10.1080/09602010443000533

Noé, E., Olaya, J., Navarro, J., Noguera, P., Colomer, C., García-Panach, J., Rivero, S., Moliner, B., Ferri, J. (2012) Behavioral recovery in disorders of consciousness: a prospective study with the spanish versión of the Coma Recovery Scale-Revised, *Arch Phys Med Rehabil*, 93, pp.428-433

Owen A., Coleman M., Boly M., Davis M., Laureys S., Pickard J. (2006) Detecting Awareness in the vegetative State. *Science*, 313, p.1402

Padilla, R., Domina, A. (2016) Effectiveness of sensory stimulation to improve arousal and alertness of people in a coma or persistent vegetative state after traumatic brain injury: a systematic review. *The American Journal of Occupational Therapy*, 70(3)

Parvizi J., Damasio A. (2001) Consciousness and the brainstem. *Cognition*, 79, pp.135-159.

Pascual-Leone, A., Amedi, A., Fregni, F., Merabet, L.B. (2005) The plastic human brain cortex. *Annu. Rev. Neurosci*, 28, pp.377-401

Rader, M.A., Alston, J., Ellis, D. (1989) Sensory stimulation of severely brain-injured patients. *Brain injury*, 3(2), pp.141-147

Rader, M.A., Ellis, D. (1994) The Sensory Stimulation Assessment Measure (SSAM): a tool for early evaluation of severely brain-injured patients. *Brain Injury*, 8(4), pp.309-321

Rankin, C., Abrams, T., Barry, R., Bhatnagar, S., et al. (2009) Habituation revisited: an updated and revised description of the behavioural characteristics of habituation. *Neurobiol. learn. Mem.* 92, pp.135-138 doi:10.1016/j.nlm.2008.09.012

Rappaport, M., Hopkins, K., Belleza, T., Cope. D. (1982) Disability Rating Scale for severe head trauma: coma to community. *Arch Phys Med Rehabil*, 63, pp.118 - 123

Schnakers C., Vanhaudenhuyse A., Giacino J., Ventura M., Boly M., Majerus S., Moonen G., Laureys S. (2009) Diagnostic accuracy of the vegetative and minimally conscious state: Clinical consensus versus standardized neurobehavioral assessment. *MBC Neurology*, 9(35), pp.1-5. doi:10.1186/1471-2377-9-35

Shiel, A., Horn, S., Wilson, B., Watson, M., i McLellan, D. (2000) The Wessex Head Injury Matrix (WHIM) main scale: a preliminary report on a scale to assess and monitor patient recovery after severe head injury. *Clinic Rehabilitation*, 14(4), pp.408-416

- Schiff, N., Giacino, J., Fins, J. (2009) Deep brain stimulation, neuroethics and the minimally conscious state. Moving beyond proof of principle. *Arch Neurol*, 66(6), pp.697-720
- Shiff, N., Rodríguez-Moreno, D., Kamal, A., Kim, K., Giacino, J., Plum, F., Hirsch, J. (2005) fMRI reveals large-scale network activation in minimally conscious patients. *Neurology*, 6, pp.514-523
- Teasdale G, Allen D, Brennan P, McElhinney E, Mackinnon L. (2014) The Glasgow Coma Scale: an update after 40 years. *Nursing Times*; 110(42), pp.12-16
- Teasdale G., Jennett B. (1974) Assessment of coma and impaired consciousness. *The Lancet*, 2, pp.81-83.
- The Multi-Society Task Force on Persistent Vegetative State (1994) Medical aspects of the persistent vegetative state (first part). *The New England Journal of Medicine*, 330, pp.499-508
- The Royal College of Physicians (2003) *The vegetative state: guidance on diagnosis and management*. London, UK: The Royal College of Physicians
- Turlough MJ., Gruener G., Mtui E. (2012) *Neuroanatomía clínica y neurociencia*. España: Elsevier.
- Vanhaudenhuyse, A., Schnakers, A., Brédart, S., Laureys, S. (2008) Assessment of visual pursuit in post-comatose states: use a mirror. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 79(2) p.223 doi:10.1136/jnnp.2007.121624
- Wilson, S., Powel, G., Brock, D., I Gill-Thwaites, H. (1996) Vegetative state and responses to sensory stimulation: an analysis of 24 cases, *Brain Injury*, 10(11), pp.807-818
- Wood, R.L. (1991) Critical analysis of the concept of sensory stimulation for patients in vegetative states. *Brain Injury*, 5(4), pp.401-409
- Wood, R.L., Winkowski, T.B., Miller, J.L., Tierney, L. and Goldman, L. (1992) Evaluating sensory regulation as a method to improve awareness in patients with altered states of consciousness: a pilot study. *Brain Injury*, 6(5), pp.411-418 doi: 10.3109/02699059209008137
- Zhu, J., Wu, X., Gao, L., Mao, P., Tang, W., Zhou, L. (2009) Cortical activity after emotional visual stimulation in minimally conscious state patients. *Journal of Neurotrauma*, 26, pp.677-688 doi:10.1089/neu.2008.0691