

Université de Zagreb

FACULTE DE PHILOSOPHIE ET LETTRES

Département d'études romanes

UFR Langue et lettres françaises

ANALYSE TERMINOLOGIQUE :

Les stades et cycles de sommeil

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

MASTER EN LANGUE ET LETTRES FRANÇAISES

FILIÈRE TRADUCTION

Responsable de la formation:

dr. sc. Evaine Le Calvé Ivičević

présenté par:

Valentina MUŠKARDIN

Zagreb, Septembre 2018

Sveučilište u Zagrebu

Filozofski fakultet
Odsjek za romanistiku

Valentina Muškardin

**TERMINOLOŠKA ANALIZA
CIKLUSI I STADIJI SPAVANJA**

Diplomski rad

Mentorica:

dr. sc. Evaine Le Calvé Ivičević

Zagreb, rujan 2018

RÉSUMÉ

Ce mémoire de fin d'études présente un travail terminographique portant sur le domaine de la médecine et de la physiologie, particulièrement sur le domaine de la médecine du sommeil. L'objectif principal de notre mémoire est de traiter les termes concernant le domaine sous étude afin de présenter l'application des éléments théoriques de la terminologie. Dans la partie théorique, il décrit les principes fondamentaux de la terminologie en tant que discipline et offre l'explication de ses termes pertinents. La partie pratique propose la traduction croate de l'article scientifique français concernant les cycles et les stades du sommeil, fiches terminologiques, glossaire bilingue et l'arborescence. A la fin, une brève synthèse de notre travail est donnée en notant les difficultés de la traduction médicale.

Mots-clés: terminologie, terme, traduction, médecine du sommeil, sommeil, structure du sommeil, régulation du sommeil

SAŽETAK

U ovom se terminološkom radu obrađuje područje medicine i fiziologije, točnije područje medicine spavanja. Glavni cilj ovog rada je obraditi termine vezane uz odabrano područje kao i izložiti primjenu teorijskog dijela terminologije. U teorijskom dijelu rada opisuju se osnovne terminologije kao discipline te su ponuđena objašnjenja ključnih termina. Praktični dio rada uključuje hrvatski prijevod francuskog znanstvenog članka o ciklusima i stadijima spavanja, terminološke kartice, dvojezični rječnik i terminološko stablo. Na samom kraju daje se i sinteza našeg rada kao i komentari o poteškoćama kod prijevoda medicinske terminologije.

Ključne riječi: terminologija, termin, prijevod, medicina spavanja, spavanje, struktura spavanja, regulacija spavanja

TABLE DES MATIÈRES :

1. Introduction	2
2. Histoire de la terminologie	3
3. Théorie de la terminologie.....	4
3.1 Les professionnels de la terminologie	6
3.2 Langue de spécialité	7
3.3 Le terme.....	8
4. La méthodologie du travail.....	10
4.1 Domaine de spécialité	10
4.2 Le corpus	10
4.3 Le glossaire	11
4.4 La fiche terminologique	12
4.5 L'arborescence	12
5. Présentation du domaine concerné	14
5.1. Traduction et terminologie médicale	14
6. Partie pratique.....	18
6.1 Traduction croate.....	18
6.2 Glossaire bilingue.....	41
6.3 Fiches terminologiques	48
6.4 Arborescence.....	67
7. Conclusion	68
8. Bibliographie	69
9. Annexe.....	72
9.1 Texte original	72

1. Introduction

Ce mémoire de fin d'études présente un travail terminographique portant sur le domaine de la médecine et de la physiologie, particulièrement sur le domaine de la médecine du sommeil. Le but de ce mémoire est de présenter les savoirs terminologiques, terminographiques et traductologiques acquis au cours de nos études en filière traduction.

L'objectif principal de notre mémoire est de traiter les termes concernant le domaine sous étude afin de présenter l'application des éléments théoriques de la terminologie. Notre mémoire de fin d'études comporte deux grandes parties : la partie théorique et la partie pratique.

Dans la première partie nous allons introduire les informations les plus pertinents de l'histoire de la terminologie, et nous essayerons de la définir en tant que discipline linguistique, de présenter ses traits les plus importants et de la comparer avec d'autres disciplines. Nous allons aussi exposer les définitions théoriques des notions de domaine, corpus, fiche terminologique et arborescence. En conclusion de la première partie de notre mémoire, nous allons écrire quelques mots sur le domaine traité – la médecine du sommeil.

La deuxième partie de notre mémoire est la partie pratique dans laquelle nous présenterons la traduction en croate d'un article scientifique écrit par Marie-Françoise Vecchierini et publié en 2013, sous le titre *Le sommeil : régulation et phénoménologie* (2013: 843-855). Dans la même partie, nous allons aussi élaborer un glossaire bilingue français – croate, décrire les termes les plus pertinents dans plusieurs fiches terminologiques et enfin constituer une arborescence afin de systématiser sous une forme graphique les données sélectionnées de notre article.

Le présent mémoire s'achève avec une conclusion où nous présenterons toutes les difficultés rencontrées durant notre travail, et finalement avec la bibliographie (et sitographie) où nous allons faire figurer toutes les ressources dont nous nous sommes servie au cours de notre travail (dictionnaires, manuels, articles scientifiques et journalistiques et pages web).

2. Histoire de la terminologie

On trouve des documents apparentés aux produits terminologiques dès l'Antiquité, mais c'est au cours du 18^e siècle, lors des révolutions scientifiques, que la nécessité de créer des ensembles de termes augmente. La même chose continue au 19^e siècle, où les révolutions industrielles exigent de plus en plus de termes pour désigner tous les objets et produits nouveaux.

Bien que la terminologie soit utilisée pour élaborer de nomenclatures scientifiques ou industrielles, ou former des normes techniques, elle est encore seulement une simple pratique qui sert à désigner le réel et mettre en forme les connaissances des techniciens.

Ce n'était qu'à partir des années 1930 qu'un ingénieur autrichien, Eugen Wüster, a mis en place une réflexion scientifique sur cette pratique. Sa thèse internationale *Sprachnormung in der Technik, besonders in Elektrotechnik* forme la base d'une discipline propre qui analysera des termes employés dans les sciences et les techniques. Pendant ses recherches, le comité technique 37 (ou T.C. 37) a été créé pour élaborer des normes méthodologiques. Après la 2^{ème} Guerre mondiale, le T.C. 37 se rattache à l'I.S.O. (Organisation internationale de normalisation) et en 2002 l'organisation réunira plus d'une soixantaine de pays et d'organisations.

Progressivement, une réflexion d'ensemble sur la terminologie s'est élaborée, qui porte sur ses principes et méthodes, son utilisation dans la traduction spécialisée, ses applications informatiques, le codage des données, la mise en forme des sources bibliographiques, etc. Un de ses objectifs les plus importants est la visée internationale, c'est-à-dire l'internationalisation des terminologies et idéalement l'emploi de termes proches ou semblables dans les différentes langues.

M. Teresa Cabré dans son livre *La terminologie, théorie, méthode et application* (1998) expose les trois grands courants de la terminologie qui étaient proposés par Pierre Auger (1988): le courant linguistico-terminologique des écoles autrichienne, soviétique et tchèque qui s'est centré sur la dénomination des concepts et considère la terminologie comme un moyen de communication précis et efficace, ensuite le courant orienté vers la traduction et l'établissement d'équivalences entre les termes, qui souhaite faciliter le travail des traducteurs et améliorer la circulation des documents, et enfin le courant orienté vers la planification linguistique, lequel favorise la création des néologismes afin d'éviter le recours massif aux emprunts.

3. Théorie de la terminologie

La terminologie n'est pas une tâche aussi simple qu'il paraît à première vue. Compte tenu de ce qui précède, nous présentons plusieurs définitions de ce terme, afin d'avoir une idée plus claire sur la terminologie et ses objectifs.

Déjà dans le dictionnaire *Petit Robert* il y a deux définitions différentes de la terminologie, selon la première c'est un « vocabulaire particulier utilisé dans un domaine de la connaissance ou un domaine professionnel : ensemble structuré de termes » et selon la deuxième une « étude systématique des "termes" ou mots et syntagmes spéciaux servant à dénommer classes d'objets et concepts et les principes généraux qui président à cette étude » (2009 : 2535). La première définition traite la terminologie dans un sens large tandis que la deuxième la traite dans un sens plus restreint et spécialisé.

Silvia Pavel et Diane Nolet dans leur *Précis de terminologie* proposent aussi deux définitions du mot terminologie qui, dans sa première acception, signifie un « ensemble de mots techniques appartenant à une science, un art, un auteur ou un groupe social, par exemple, la terminologie de la médecine ou la terminologie des informaticiens» (2001 : XVIII). D'autre part, ce mot, dans un sens plus spécialisé et restreint, signifie « discipline linguistique consacrée à l'étude scientifique des concepts et des termes en usage dans les langues de spécialité » (2001 : XVIII).

Jean Maillot, auteur de *La traduction scientifique et technique*, définit la terminologie comme « une branche des activités linguistiques qui traite des rapports entre les termes et les notions » (1971 :75). Ensuite, il suggère que le terme ne doit pas nécessairement reproduire tous les aspects de la notion, et il précise la nature du rapport entre terme et notion : « la définition de la notion correspond à la spécification du produit et le terme correspond à l'étiquette qui l'accompagne » (1971 :75).

Christophe Roche avance l'hypothèse que la terminologie est plutôt une pratique qu'une théorie et propose de la considérer comme une pratique théorisée (Roche, 2005). Selon lui, cette pratique sert à rendre les mots et leurs significations plus claires et à les normaliser en dehors de la diversité des usages.

Selon M. Teresa Cabré, la terminologie, « en tant que discipline qui s'intéresse à la compilation, à la description, au traitement et à la présentation des termes propres aux domaines spécialisés, dans une ou plusieurs langues, n'est pas une activité pratique qui se justifie en elle-même, sinon qu'elle est destinée à satisfaire à des besoins sociaux liés soit à une communication optimale entre spécialistes et professionnels, avec ou sans l'aide de la traduction, soit au processus de normalisation d'une langue » (1998 : 34). D'après son livre *La terminologie, théorie, méthode et application* on peut conclure que la terminologie est une discipline autonome, mais dans le même temps interdisciplinaire. La terminologie est autonome car elle a défini ses propres méthodes de recherche et de travail, ainsi que son objet d'étude. Elle est interdisciplinaire car elle représente « le carrefour interdisciplinaire où convergent les sciences cognitives, la linguistique ou les sciences du langage et les sciences de la communication, carrefour qui est constituée de trois composantes : une composante théorique, une composante descriptive et une composante appliquée » (1998 :34).

La terminologie doit être distinguée de la lexicographie. Premièrement la lexicographie est la science et la technique de la composition et de la rédaction des dictionnaires qui se concentre autour des signes (c'est-à-dire les mots). Elle étudie les signes, leur formation et leur évolution, mais aussi leur variabilité dans le corpus etc. La lexicographie part du signe vers le concept, tandis que la terminologie va de la notion dans un domaine spécialisé, pour aller vers le terme et vers ses différentes réalisations dans différentes langues. En effet, la terminologie peut être unilingue ou multilingue (terminologie comparée).

L'activité de la terminologie unilingue se déroule dans une seule langue, et elle est principalement liée avec l'apparition de quelque concept nouveau - «qu'il soit emprunté à une autre spécialité ou qu'il soit créé de toutes pièces – pour entraîner le phénomène contraire à l'absence de désignation, soit la pléthore de désignations synonymes » (Pavel et Nolet, 2001 : XVIII). Dans ce cas, le rôle de la terminologie est de constituer les dossiers terminologiques où chaque notion désigne un seul concept pour uniformiser leur usage.

L'activité de la terminologie comparée réside au point de contact de deux (ou plusieurs) langues. Il s'agit du repérage de termes quand la désignation propre dans une des langues est absente. Dans ce cas, le rôle de la terminologie est de « décrire les lacunes constatées et de proposer des désignations qui les comblent » (Pavel et Nolet, 2001 : XVIII). Pour que le résultat (c'est-à-dire le

terme proposé) soit acceptable, il doit être créé selon les règles de formation lexicale et le génie de la langue d'accueil.

En terminologie, nous pouvons distinguer deux types de recherches. Il existe la terminologie ponctuelle et la terminologie systématique ou thématique.

La terminologie ponctuelle a pour but de trouver la solution à un problème précis que nous sommes obligés de résoudre en cours de traduction. Bien que la recherche ponctuelle à elle seule ne puisse pas apporter des solutions globales ou à long terme, pour les traducteurs, elle est une réalité quotidienne. Suivant cette idée, on peut conclure que la tâche de la terminologie ponctuelle est de trouver une définition ou un synonyme pour les termes en question, et elle est premièrement réalisée par le traducteur qui travaille sur le texte. Les problèmes ponctuels qu'on peut rencontrer sont les suivants : l'impossibilité de faire la différence entre deux termes proches car ils ne sont pas suffisamment délimités ou bien définis, l'inexistence de termes, de néologismes ou d'expressions techniques.

Contrairement à la terminologie ponctuelle, la terminologie systématique ou thématique est considérée comme une activité qui élabore un produit terminologique d'après une méthodologie bien définie et avec le but d'organiser les connaissances d'un domaine de spécialité et d'élaborer et diffuser des produits terminologiques. La méthodologie de la terminologie systématique comprend ces phases : délimiter le domaine de travail, rassembler un corpus de textes relevant du domaine pour réaliser une arborescence (où on peut voir les relations entre les termes du domaine en question) et à la fin – élaborer des fiches terminologiques pour décrire en détail les termes du domaine traité.

3.1 Les professionnels de la terminologie

Les professionnels qui font le travail terminologique sont les terminologues et les terminographes. Daniel Gouadec définit le terminologue comme un «spécialiste qui définit l'objet de la terminologie, analyse les relations entre les désignations et les éléments désignés, étudie les corrélations entre ensembles terminologiques, fixe les principes que devront respecter les terminographes et intervient dans la politique de communication» (1990 :3).

En d'autres termes le terminologue est un spécialiste de la terminologie qui étudie les corrélations entre ensembles terminologiques et fixe les principes que devront respecter les terminographes lesquels recensent, constituent, gèrent et diffusent des données terminologiques.

Le terminologue doit connaître les meilleurs documents dans son domaine et les évaluer par catégorie de référence, par exemple les encyclopédies, manuels techniques et universitaires, dictionnaires, bases de données terminologiques et linguistiques. Pour qu'un terminologue débutant puisse acquérir la connaissance d'un domaine, il doit se familiariser avec la documentation de spécialité en lisant les livres et textes pertinents, en constituant un réseau de spécialistes consultants ou en se renseignant sur la thématique des conférences organisées dans ce domaine.

A la lumière de ce qui précède, les principaux outils de travail du terminologue sont tout support d'information qui permettent le repérage des données (la documentation imprimée ou informatique – Internet, CD-ROM...).

3.2 Langue de spécialité

Comme la langue de spécialité est un concept très important pour la terminologie, il faut le mentionner dans notre mémoire. Les différents livres et textes, ainsi que les différents chercheurs qui traitent de la terminologie donnent plusieurs appellations (et définitions) pour la langue de spécialité : langue spécialisée, langue scientifique, langue technique...

La langue de spécialité peut se définir comme «celle de la communication sans ambiguïté dans un domaine particulier du savoir ou de la pratique, basée sur un vocabulaire et des usages linguistiques qui lui sont propres» (Pavel et Nolet, 2001 : VII). Aussi, la langue de spécialité est un « système de communication verbale et écrite observé à travers l'usage particulier qu'en fait une communauté de spécialistes dans un domaine de connaissances déterminé » (2001 : 110).

Un trait important de la langue de spécialité est que ses particularités sont conditionnées par trois variables : les utilisateurs, les situations de communication et les thèmes. Les utilisateurs types de la langue de spécialité sont les spécialistes qui jouent le rôle de producteurs de communication spécialisée ainsi que les récepteurs peuvent être des spécialistes du domaine mais aussi le public en général. Les situations où la langue de spécialité s'utilise sont de type formel et

souvent régi par des critères professionnels ou scientifiques. Comme thèmes spécialisés nous considérons ceux qui font l'objet d'un apprentissage particulier (Cabré, 1994 : 591 - 592).

En tout cas, la langue de spécialité se distingue de la langue générale, mais elles constituent néanmoins des systèmes dépendants. C'est-à-dire que la langue de spécialité, premièrement caractérisée par sa recherche de la monosémie, se définit comme un sous-ensemble de la langue générale. La langue de spécialité n'est pas un système clos, et pour montrer la relation proche entre les langues de spécialité et générale, il convient de remarquer les phénomènes de la *terminologisation*, *banalisation* et les *unités nomades*. La *terminologisation* désigne un processus où on voit des mots de la langue générale qui prennent un sens particulier dans les langues de spécialité. Par exemple, le mot *bras* devienne un terme mécanique – *bras articulé*. Inversement, la *banalisation* désigne l'utilisation des termes dans la langue générale, où les termes perdent leur sens spécialisé mais gardent une analogie avec leur sens d'origine. Par exemple, le terme *clone*, qui vient originalement du domaine de la biologie, est courant dans la langue générale. Les *unités nomades* désignent les termes qui sont créés dans un domaine, et après sont passés à d'autres domaines où ils gardent un sens au moins partiellement analogue, par exemple le terme *virus* qui est un terme médical d'origine mais maintenant utilisé aussi dans le domaine de l'informatique (Cours Terminologie DESS).

Quand on parle de la formation des termes en langue de spécialité, les spécialistes utilisent, dans une large mesure, les mêmes procédés de formation que la langue générale. Nous avons déjà parlé de la terminologisation dans le paragraphe précédent, mais il faut aussi mentionner la dérivation, l'emprunt, la réduction et la composition. (CST, 2014 : 21)

Donc, une langue de spécialité est créée pour que les personnes qui travaillent dans un même domaine ou sous-domaine (les spécialistes) aient la possibilité de communiquer entre eux d'une manière concise et sans ambiguïté. Cette langue est réservée aux spécialistes du domaine, et peut être occasionnellement empruntée par les traducteurs (Rouleau, 1995 : 29).

3.3 Le terme

Chaque terme est un mot, mais chaque mot n'est pas un terme, c'est-à-dire qu'on peut définir le terme, dans un sens le plus général, comme un hyponyme de mot. Les mots se divisent entre eux selon la fonction de la partie du discours (nom, verbe adjectif, préposition, article etc.) et la même chose vaut pour les termes. Dans la pratique, la plupart des termes sont en fait des noms,

mais il existe également des termes qui sont des verbes, des adjectifs, des adverbes etc. Le terme (ou l'unité terminologique) peut être un mot de la langue générale pris dans un sens spécialisé, un mot créé de toutes pièces avec un sens spécialisé, un syntagme ou regroupement de mots formant une unité de sens, une formule (mathématique, chimique...), un symbole, un acronyme ou un sigle, une appellation savante en latin ou en grec et une appellation officielle (titre d'un poste ou d'un organisme ou d'une unité administrative...) (Pavel et Nolet, 2001: 17).

Un mot appartient à la langue commune, tandis qu'un terme appartient à la langue spécialisée. Silvia Pavel et Diane Nolet dans leur *Précis de terminologie* disent qu'un terme se distingue d'un mot en langue courante d'abord avec « sa relation univoque avec le concept spécialise qu'il désigne (appelée monosémie), et la stabilité de cette relation entre la forme et le contenu à travers les textes traitant de ce concept (appelée lexicalisation). C'est ensuite sa fréquence d'emploi et son entourage contextuel (ses cooccurrents) relativement figé, ainsi que les indicateurs typographiques qui en signalent le statut (italiques, gras, guillemets, etc.) » (2001: 17-18).

Pavel propose aussi la distinction entre termes simples et complexes. Les termes complexes comprennent deux ou plusieurs mots séparés par des espaces blancs ou liés par des traits d'union, qui forment une expression à sens unique ou syntagme terminologique. Les termes simples ont la structure d'un seul mot, formé par composition ou par dérivation et ils se combinent souvent en termes complexes (Le Pavel : didacticiel de terminologie).

Cabré dit que les termes désignent les concepts propres à chaque discipline spécialisée et ainsi constituent un ensemble de mots spécialisés d'une discipline, c'est-à-dire la terminologie de cette spécialité déterminée. Les termes composent un système structuré, dans lequel ils occupent un niveau déterminé et ont une relation avec les autres termes du même niveau ou avec les termes d'autres niveaux. Si on regarde les termes d'un point de vue formel ou sémantique ils ne semblent guère différer des mots. Mais, quand on soumet les termes à des critères de pragmatique et de communication, on voit que la particularité la plus notable de la terminologie, à la différence de la langue commune, est qu'elle sert à désigner des concepts propres aux disciplines de spécialité, et que les termes apparaissent plus fréquemment dans les documents spécialisés de chaque discipline et qu'ainsi ils sont fondamentalement connus par des spécialistes de domaine (1994: 592-593).

4. La méthodologie du travail

4.1 Domaine de spécialité

Quand un terminologue lance une recherche terminologique, il doit d'abord délimiter le domaine de son étude.

Il est extrêmement important de tout d'abord délimiter le domaine puisque « un terme se définit en fonction du domaine dans lequel il s'inscrit. La détermination de l'appartenance d'un terme à un domaine oriente la définition qui en est faite et son inscription dans le système de concepts du domaine considéré » (Depecker, 2001: 145). C'est-à-dire qu'en choisissant le domaine, le terminologue délimite le contexte du terme et réduit au minimum la possibilité de polysémie. Cela lui permet aussi de choisir les termes qui doivent figurer dans les fiches terminologiques, l'arborescence et le glossaire qu'il réalise.

Il y a deux préalables à la délimitation d'un domaine : le besoin de bien connaître la langue courante (pour reconnaître que le terme n'est pas un mot de la langue courante mais bien un terme spécialisé), et le besoin de bien se familiariser avec le domaine étudié avant de chercher à le délimiter avec précision (consulter la bibliographie : lexiques, manuels, périodiques spécialisés, textes techniques produits par les entreprises, etc.).

Dans la délimitation du domaine, il faut aussi tenir compte du point de vue qu'on veut privilégier et des futurs utilisateurs de la terminologie, c'est-à-dire du public auquel elle s'adresse. En essayant de définir le domaine en question, nous pouvons faire face à quelques difficultés parce que, parfois, les frontières entre les différents domaines ainsi que les frontières entre un domaine spécialisé et la langue courante sont floues.

4.2 Le corpus

Après avoir déterminé le domaine de notre étude, il faut rechercher des textes relatifs à ce domaine spécialisé pour qu'on puisse s'informer des termes, syntagmes, locutions ou structures des phrases caractéristiques pour le domaine en question. Pendant notre recherche et la lecture des articles, livres ou manuels, c'est-à-dire en constituant le corpus, on va découvrir les liens entre les termes (synonymes, hyponymes ou hyperonymes) dans le cadre du domaine en question. Ainsi on forme notre corpus, qui est défini par *Le grand dictionnaire terminologique* comme : « un ensemble des sources orales et écrites relatives au domaine étudié et qui sont utilisées dans un

travail terminologique ». Pour établir un corpus le mieux possible, le terminologue doit considérer les quatre attributs d'un bon corpus proposés par M. T. Cabré : la pertinence, la complétude, l'actualité et l'originalité (1998 : 134).

Dans le cadre de notre corpus, les textes peuvent appartenir à différents niveaux, selon le public qu'ils adressent. Les documents peuvent être écrits par des spécialistes du domaine pour d'autres spécialistes du même domaine ; par des spécialistes du domaine pour les non-spécialistes ; et par des non-spécialistes pour les non-spécialistes (par exemple, un article écrit par un journaliste pour le grand public).

Lors de la sélection des textes qui seront inclus dans notre corpus, il est important de garder à l'esprit que les textes doivent être écrits dans la langue sous étude et non pas traduits, afin que nous puissions déterminer avec certitude les termes utilisés dans le domaine en question. Pendant la recherche du corpus en croate pour notre thèse, on a abordé beaucoup de livres et articles scientifiques traduits (généralement de l'anglais) et seulement quelques articles écrits directement en croate, car la médecine du sommeil et la recherche sur les cycles de sommeil n'est pas encore très populaire dans la recherche scientifique en Croatie.

4.3 Le glossaire

Après avoir bien étudié le corpus de notre domaine, on peut se lancer dans la réalisation du glossaire. Une des tâches les plus importantes d'un terminologue est de choisir les termes adéquats pour former un glossaire. Ici on peut voir la différence entre un lexicographe, qui s'intéresse à tous les mots au cours de la formation d'un dictionnaire, et un terminologue, qui doit choisir seulement des termes liés au domaine en question. Ce glossaire formé par un terminologue, est d'une grande aide aux traducteurs pendant leur travail sur un texte spécialisé, comme il est impossible que les traducteurs soient experts dans tous les domaines. Un glossaire peut être unilingue, ou le terminologue donne des explications ou des synonymes du terme en question ou bilingue (ou multilingue), où le terminologue donne la traduction du terme dans une autre langue (ou plusieurs langues étrangères). Traditionnellement, on peut trouver un glossaire aux dernières pages d'un livre, où on peut trouver réunis les termes figurant dans ce livre qui sont nouvellement introduits, rares ou spécialisés. Bien que notre mémoire ne soit pas un livre, nous avons rédigé un glossaire bilingue avec les termes pertinents du domaine de la médecine du sommeil mais aussi avec quelques termes qui appartiennent au domaine de la médecine générale, physique etc.

4.4 La fiche terminologique

Dans la définition proposée par Pavel et Nolet dans leur ouvrage *Précis de terminologie*, la fiche terminologique est présentée comme un « modèle de présentation des données qui regroupe en divers champs tous les renseignements disponibles relatifs à un concept spécialisé (termes et marques d'usage, justifications textuelles, domaines, langues, etc.) » (2001 : 108). Les fiches terminologiques que nous avons rédigées au cours de notre travail terminologique sur notre mémoire ont les champs suivants : terme, catégorie grammaticale, statut (usage), domaine et sous-domaine, définition, synonyme, hyperonyme et hyponyme (s'ils existent), contexte du terme trouvé au sein de notre corpus, équivalent dans la langue croate, catégorie grammaticale et contexte de l'équivalent.

L'un des indicateurs principaux de la qualité d'une fiche terminologique repose certainement sur « l'authenticité et la représentativité des usages consignés par le terminologue. Parmi la multitude d'usages attestés, l'auteur de la fiche doit connaître et signaler ceux que les spécialistes préfèrent ou évitent, recommandent ou déconseillent » (Pavel et Nolet, 2001 : 15). La fiche terminologique, unilingue ou multilingue, exige du terminologue de se conformer au principe d'univocité, c'est-à-dire de traiter un seul concept / terme à la fois (2001 : 20).

On peut conclure que la fiche terminologique est un outil de synthèse et de systématisation des données avec plusieurs critères principaux de rédaction : la validité, la concision, l'actualité et la complémentarité des données (2001 : 48).

4.5 L'arborescence

L'arborescence appelée aussi arbre de domaine ou arbre analogique est, selon l'ouvrage *Précis de terminologie* une représentation sous forme arborescente des parties composant un domaine d'activité (Pavel et Nolet, 2001 : 103). Zafio ajoute que dans un arbre de domaine, on voit les notions clés ou les termes pertinents du domaine en question, ainsi que les relations entre eux. Il note aussi que cette forme de représentation pyramidale d'un domaine n'est pas propre seulement à la terminologie (1985 : 161).

En terminologie, on peut distinguer deux types d'arbres de domaine : l'arborescence verticale et l'arborescence horizontale. L'arborescence verticale rappelle l'arbre généalogique car la figure

qui représente le sommet de l'arbre est située au point le plus haut du schéma, si on parle d'un arbre descendant. Si on parle d'arbre ascendant, le sommet se trouve au bas de la figure et progresse vers le haut. L'arborescence à progression horizontale à son sommet dans la partie le plus à gauche de la page et progresse vers la partie droite de la page (1985 : 164).

Notre mémoire propose une arborescence ou arbre de domaine à progression verticale descendant.

5. Présentation du domaine concerné

L'article scientifique que nous avons choisi de traduire en croate traite du sommeil, ses stades et cycles ainsi que des systèmes de régulation et enregistrement du sommeil. Cet article appartient au domaine de la médecine, ou plus précisément au domaine de la médecine du sommeil.

Comme plusieurs maladies neurologiques sont des maladies primitives du sommeil et certaines affections psychiatriques s'accompagnent souvent d'insomnie ainsi que certaines pathologies respiratoires ou pathologies qui surviennent avec le vieillissement, il n'est pas faux de dire que la médecine du sommeil se trouve au carrefour de différentes disciplines médicales, que ce soit la neurologie, la psychiatrie, la pneumologie, la cardiologie, l'endocrinologie, la nutrition et la médecine du travail (Vecchierini, 2006 : 31-33).

La médecine du sommeil « a longtemps existé à la marge de la médecine, avec des grands chercheurs, mais peu d'applications pratiques dans la médecine quotidienne. Ce paradoxe se retrouvait au niveau des études médicales, pendant lesquelles moins d'une demi-heure d'enseignement était consacrée à ce processus physiologique qui occupe pourtant au moins un tiers de nos vies : le sommeil » (Léger, 2007 : 1519). Ce n'est qu'au cours des dernières vingt années, qu'on a pu observer la croissance rapide de la popularité de la recherche et la pratique de la médecine du sommeil. Effectivement, cela se manifeste surtout dans le nombre croissant de centres diagnostiques et thérapeutiques, ainsi que dans la quantité des articles scientifiques publiés liés au sommeil et au fait que le gouvernement français, c'est-à-dire le ministère de la Santé a reconnu l'importance de cette jeune branche de la médecine et, en 2006, a demandé un rapport pour faire le point de priorités de cette spécialité émergente (2007 : 1518).

Parfois il apparaît que la médecine du sommeil porte la plus grande attention sur les troubles du sommeil, mais elle traite aussi les mécanismes et la physiologie du sommeil, l'hygiène du sommeil, des moyens d'enregistrement ainsi que les habitudes et les caractéristiques du sommeil.

5.1. Traduction et terminologie médicale

Dans ce chapitre on essayera de montrer des difficultés les plus courantes ainsi que les difficultés et les dilemmes rencontrés en traduisant notre article scientifique.

« Dans le domaine médical, où la compréhension pour qui n'est pas médecin peut paraître une réelle gageure, nous prétendons qu'il est possible de *comprendre* le sujet à l'aide d'une

documentation efficace. Cela ne signifie pas toutefois qu'on *connaîtra* ce sujet » (Jammal, 1999 : 218). C'est-à-dire qu'en comprenant le processus pathologique lié avec le cœur, on ne devient pas pour autant un cardiologue, mais on devient capable de se lancer dans un travail terminologique (ou traductologique) médical. Commençons par le décodage d'un texte médical, qui n'est pas une tâche facile pour quelqu'un qui n'est pas médecin de profession.

Donc, notre première étape consiste à nous préparer à fond : après avoir lu le texte qu'on va traduire, il faut tout d'abord déterminer le système, l'organe ou les tissus que sont liés avec notre thème puis étudier sa structure (anatomie), son fonctionnement (physiologie) et ses maladies (pathologie). On peut ajouter le niveau de la pharmacologie (s'il s'agit d'une maladie). En lisant des articles ou livres liés à notre domaine, nous commençons à établir notre corpus et on acquiert le vocabulaire de la spécialité, c'est-à-dire les cooccurrents de certains termes, des tournures de phrase particulières et la phraséologie propre au sujet (1999 : 219).

Au cours de la traduction, il faut accorder une attention particulière aux *faux amis* sémantiques, notamment aux anglicismes. Les anglicismes sont particulièrement fréquents dans le domaine médical car la recherche médicale et la médecine en général sont marquées par la civilisation anglo-saxonne, essentiellement pour des raisons économiques. En conséquence, un grand nombre de revues médicales, généralistes ou spécialisées, appartient à ce monde anglo-saxon (Balliu, 2005 : 69).

Pendant notre travail terminologique nous avons observé que la recherche des équivalents des termes techniques peut être simple si vous trouvez des équivalents monosémiques bien vérifiés dans les dictionnaires. Dans l'autre cas, vous abordez la difficulté de choisir du bon équivalent (Jammal, 1999 : 227). Il arrive que le dictionnaire bilingue donne un équivalent qui ne semble pas s'insérer logiquement dans notre texte, ou le dictionnaire donne plusieurs équivalents.

Lors de la traduction de l'article choisi, nous avons abordé plusieurs difficultés et nous avons réussi à traduire certaines d'entre elles correctement uniquement avec l'aide du spécialiste du domaine concerné, madame Adrijana Košćec Bjelajac, psychologue qui a écrit plusieurs articles sur le sommeil.

Dans la première version de notre traduction, nous avons choisi de traduire les termes *vigilance* et *veille* par *budnost* et *budno stanje*, mais après avoir parlé avec le spécialiste, nous avons appris que, dans la division *vigilance* = *veille* + *sommeil* (*budnost* = *budno stanje* + *spavanje*), il n'est pas

possible que le terme *budnost* soit l'hyperonyme du terme *spavanje* et que la traduction correcte des termes *vigilance = veille + sommeil* est *svijest = budnost + spavanje*.

La coopération entre les spécialistes du domaine et les traducteurs et terminologues est essentielle, comme nous pouvons voir dans l'exemple des termes *sommeil lent* et *sommeil paradoxal*, traduit premièrement comme *sporovalno spavanje* i *paradoksalno spavanje*. Après avoir consulté le spécialiste, on a aperçu que le terme croate *sporovalno spavanje* désigne seulement un stade de *sommeil lent*, et que dans la langue croate il est commun d'utiliser les termes provenant de l'anglais *ne-REM spavanje* et *REM spavanje*. Comme dans l'article scientifique original on voit que le terme *sommeil lent* a plusieurs hyponymes (*sommeil lent léger, sommeil lent profond...*) on a choisi d'utiliser en traduction croate un terme nouveau proposé par le spécialiste du domaine *spavanje sporijih valova* pour désigner *sommeil lent*, alors que le terme *sporovalno spavanje* est traduit comme *sommeil a ondes lentes*.

On a abordé une difficulté aussi avec la traduction du terme circadien (rythme circadien, processus circadien) qu'on a trouvé en croate sous plusieurs formes : *cirkadijani, cirkadijarni, cirkadijurni...* Bien qu'on ait trouvé même *cirkadijani* et *cirkadijurni*, confirmés dans les dictionnaires, on a choisi de proposer la traduction *cirkadijurni* car ce terme apparaît dans plusieurs textes et livres de notre corpus.

C'est fréquent dans les textes médicaux que les auteurs économisent le temps avec l'utilisation de sigles, plutôt que de syntagmes (trop) longs. Au cours de la traduction de l'article scientifique sous étude, nous avons abordé plusieurs types de sigles et abréviations. Premièrement il y a des abréviations internationales, généralement en anglais, qu'on a laissé sans traduction comme c'était le cas dans le texte original. Après, on a traité des sigles composés par l'auteur du texte original pour éviter de répéter les mêmes syntagmes. Ici, nous avons suivi le même principe et proposé des sigles correspondant aux premières lettres des termes croates. Par exemple, les termes et sigles *sommeil paradoxal (SP)* et *sommeil lent léger (SLL)* sont traduits comme *paradoksalno spavanje (PS)* et *duboko spavanje sporijih valova (DSSV)*. En bout de ligne on arrive aux syntagmes qui ont une abréviation française établie dans la langue française, mais en croate il est commun d'utiliser l'abréviation anglaise. Par exemple : *noyaux suprachiasmatiques (NSC) – suprahijazmatska jezgra (SCN d'anglais *suprachiasmatic nucleus*)*

Nombreux étaient les problèmes avec la recherche d'un corpus adéquat comme on a trouvé beaucoup de textes traduits en croate ou notes de cours médicaux ou psychologiques, qu'on ne pouvait pas prendre comme référence ou confirmation des termes.

En fin de compte on peut dire que la traduction et le travail terminologique sur un texte médical sont exigeants, mais il ne faut pas conclure que seuls les médecins sont habilités à faire de la traduction médicale car ils devraient apprendre la théorie et la pratique de la traduction afin d'éviter de nombreuses erreurs. Comme nous l'avons mentionné dans le chapitre concernant la langue spécialisée, il s'agit d'une langue créée par des spécialistes pour les spécialistes et Rouleau nous rappelle que la langue médicale donc appartient au médecin et non au traducteur, qui peut la lui emprunter mais pas se l'approprier. Malgré les difficultés que les traducteurs et les terminologues rencontrent pendant la recherche et le travail terminologique ou traductologique, il faut garder à l'esprit qu'apprendre une langue de spécialité est comme apprendre une langue étrangère, et il qu'il ne convient pas de la percevoir comme « on voudrait qu'elle soit, une langue générale farcie de termes techniques » (Rouleau, 1995 : 46).

6. Partie pratique

6.1 Traduction croate

Spavanje: regulacija i fenomenologija

Sažetak:

Ovaj članak podsjeća kako je izmjena budnosti i spavanja endogena, regulirana vanjskim sinkronizatorima, određena dvama oscilatorima te homeostatskim i cirkadijurnim procesom. Ova dva međuzavisna procesa utječu jedan na drugoga kako to prikazuje dvoproceni model. Prikaz recipročne inhibicije dvaju međusobno povezanih grupa neurona, *SP on* i *SP off*, omogućava razumijevanje redovitog ponavljanja paradoksalnog spavanja. U početku se istraživanje spavanja oslanjalo na promatranje subjekta i na određivanje najboljih uvjeta za spavanje (položaj, vanjski uvjeti, trajanje, potreba za spavanjem) te na posljedicama uzrokovanim izmijenjenim trajanjem i rasporedom spavanja. Zatim je snimanje spavanja omogućilo razvrstavanje po stadijima, ovisno o primijećenim EEG obrascima. Hipnogram opisuje tijek jedne noći spavanja: ulazak u spavanje sporijih valova (N1), i zatim progresivno produbljivanje spavanja u stadije N2 i N3 uz pojavu vretena spavanja i sve većeg broja širokih sporih valova, te naposljetku, svakih 90 minuta, pojavljivanje paradoksalnog spavanja. Ovaj se aspekt spavanja kod odraslih razvija postupno kroz prve dvije godine života, uz postupno smanjivanje trajanja spavanja, posebice paradoksalnog spavanja, prvo danju a zatim i tijekom noći te pojavom EEG obrazaca u dobi između 2 i 4 mjeseca (vretena spavanja i zatim K kompleksa), razlučivanjem laganog i dubokog spavanja, sve uz obilje sporovalnog spavanja.

Spavanje je dio vremensko ritmičkog kontinuuma budnost/spavanje te izmjene odmora i aktivnosti. Spavanje je oduvijek i svim civilizacijama bilo intrigantno i fascinantno, ponajviše zbog aktivnosti snova koja ga prati, ipak znanstveno je istraživanje spavanja započelo relativno nedavno. Početna točka temeljnih istraživanja o fiziologiji stanja svijesti bio je encefalitis Von Economa. Njegova su se istraživanja razvijala paralelno s napretkom neurofizioloških tehnika. Istraživanje spavanja u početku se oslanjalo na kliničkom promatranju subjekata za vrijeme spavanja. Zahvaljujući napretku tehnologije pojačala, od 1934. omogućeno je snimanje moždanih ritmova, kako kod budnog čovjeka tako i za vrijeme spavanja. Na ovaj je način istraživanje

spavanja prešlo s jednostavnog kliničkog promatranja na elektrofiziološko snimanje. Što se medicine spavanja tiče, ona se pojavila još kasnije, i postoji tek pedesetak godina. Poznavanje mehanizama i patologije spavanja oslanja se na neprestani dijalog između osnovnih podataka, posebice fizioloških i genetičkih, te na klinička promatranja. Trenutno znamo da brojne neuronske mreže pokreću različite neuroprijenosnike koji svojim radom podržavaju svako stanje svijesti (budnost, spavanje sporijih valova (ne-REM) i paradoksalno spavanje). Neurofiziološki putevi koji upravljaju ritmom budnost/spavanje pokreću se pod utjecajem homeostaze i biološkog sata koji na cirkadijuran ili ultradijuran način upravlja stadijima spavanja i lučenjem određenih hormona.

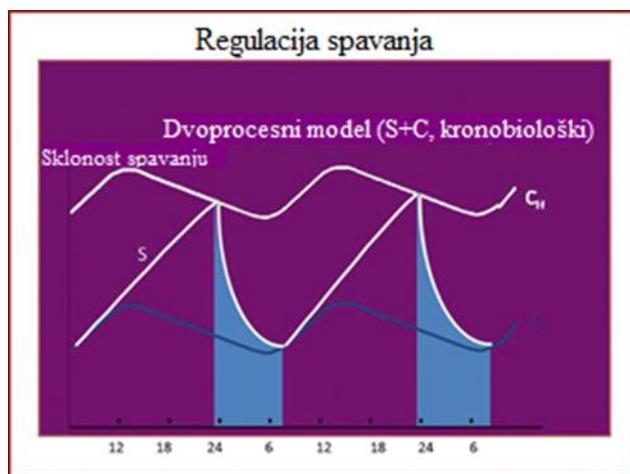
U ovom ćemo se članku prije svega dotaknuti mehanizama koji reguliraju stadije spavanja, zatim ćemo opisati kliničku i elektrofiziološku fenomenologiju stadija spavanja te popratne fiziološke pojave.

Modeli reguliranja stanja budnosti i spavanja

Spavanje i budnost redovito se izmjenjuju, te su ova dva stanja svijesti međusobno povezana. Na spavanje utječu tri modela reguliranja: homeostatski, cirkadijurni i ultradijurni proces. Opisan je i četvrti proces regulacije: inercija spavanja koja se smatra važnom kod određenih patologija.

Homeostatsko reguliranje

Nakon istraživanja uskraćivanja spavanja, godine 1982., Boberly (1) je prvi opisao homeostatski proces ili proces S. Ovo se reguliranje može sažeti na sljedeći način: što je stanje budnosti duže, to su pritisak spavanja i sporovalno spavanje važniji. Već je dokazano da dugotrajno uskraćivanje spavanja kod pasa potiče proizvodnju hipnotika. Naime, ubrizgavanje cerebrospinalne tekućine tog psa u drugu životinju izazvalo bi spavanje. Potreba za spavanjem povećava se tijekom stanja budnosti



Slika 1 Dva procesa regulacije normalnog spavanja(homeostatski i cirkadijurni)

i smanjuje za vrijeme spavanja; homeostatski proces je kumulativan te se za vrijeme budnosti povećava do određene točke koja se naziva „vrh“ dok se tijekom spavanja smanjuje i dostiže

minimum (slika 1). Intenzitet spavanja može se ocijeniti količinom sporih valova na EEG-u. Kvantifikacija sporih valova odvija se pomoću spektralne analize signala EEG-a, što dopušta da se izračuna jačina signala u frekvencijskom pojasu sporih valova između 0,5 i 4,5 Hz. Varijabla S Borbolyeva modela procjenjuje se dakle s obzirom na spektralnu jačinu sporih valova. Kao što pokazuju istraživanja s uskraćivanjem spavanja kod čovjeka, što je prethodna budnost duža, aktivnost sporih valova je važnija. Uskraćivanje spavanja povlači za sobom ne samo povećanje frekvencije sporih valova za vrijeme spavanja već i povećanje frekvencije theta valova u stanju budnosti, usporedno sa stupnjem umora. Theta aktivnost budnosti povezana je s aktivnošću sporih valova kod spavanja, predstavljajući isti homeostatski proces (2). Ovaj homeostatski proces vjerojatno ovisi o nakupljanju određene tvari u stanju budnosti koja, počevši od određenog praga, pospješuje pojavljivanje sporih valova. Ova tvar mogla bi biti adenzin, proizvod degradacije energetskog metabolizma moždanih stanica koji se nakuplja za budnosti. Dakle, možemo postaviti hipotezu da bi, pomoću adenozina, postojala veza između energetskog metabolizma mozga, aktivnosti sporih valova i obnavljajuće funkcije spavanja.

Kada je riječ o ovakvoj aktivnosti sporih valova, govorimo li o generalnoj ili lokalnoj aktivnosti? Kod čovjeka, sporovalna je aktivnost fiziološki najvažnija na razini frontalnog predjela za vrijeme prvog ciklusa spavanja; u isto vrijeme, frontalni se režanj posebno koristi u stanju budnosti kod obavljanja složenih zadataka. Moguće je da ovakva lokalizacija sporih valova odražava povećanu potrebu za oporavkom. Naposljetku, dokazano je da postoji poveznica između kontinuiteta spavanja i aktivnosti sporih valova, kako kod čovjeka tako i kod više životinjskih vrsta. Nakon uskraćivanja spavanja broj buđenja obrnuto je proporcionalan jačanju signala u sporim valovima. Mnogobrojna istraživanja, neovisno o uskraćivanju spavanja, potvrdila su ovaj model, kao i istraživanja s dodatnim spavanjem ili posljedicama skraćivanja vremena noćnog spavanja na dodatno spavanje kao i istraživanje utjecaja produženog spavanja na različite cirkadijurne faze[3]. Ovaj model regulacije sporovalnog spavanja ili dubokog spavanja sporijih valova (DSSV) ipak ne dopušta predviđanje trajanja spavanja i ne objašnjava izmjenu SSV (spavanje sporijih valova) – PS (paradoksalno spavanje). Homeostatska i cirkadijurna regulacija smatrale su se neovisnima sukladno rezultatima istraživanja lezije suprahijazmatske jezgre koja je potiskivala cirkadijurnu ali ne i homeostatsku regulaciju, zatim sukladno istraživanjima farmakološkog potiskivanja PS-a koji dozvoljava homeostatkom procesu da se nastavi te istraživanjima sa svjetlosnom manipulacijom cirkadijurnog ritma što također nije utjecalo na homeostatsku regulaciju. Sada

znamo da postoji tijesna i recipročna povezanost ovih dvaju modela na molekularnoj razini, odnosno, određeni geni unutarnjeg sata koji utječu na oba procesa regulacije. [4,5].

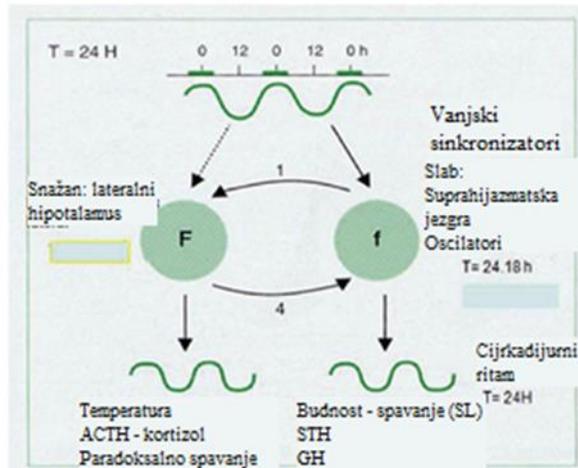
- Što je stanje budnosti duže, to je važniji pritisak spavanja i tim je važnije sporovalno spavanje
- Intenzitet spavanja procjenjuje se količinom sporih valova na EEG-u
- Uskraćivanje spavanja povećava i spore frekvencije tijekom spavanja, i frekvencije theta valova za budnosti paralelno razini umora
- Postoji poveznica među moždanim energetskeg metabolizmom, odnosno nakupljanjem adenzina, aktivnošću u sporim valovima i obnavljajućom funkcijom spavanja.
- Sporovalna aktivnost prevladava u područjima koja su se posebno koristila za budnosti.
- Tijekom spavanja, broj buđenja se smanjuje kada se jačina signala u sporim valovima povećava
- Kroz molekularne mehanizme, postoji tijesna veza između cirkadijurne i homeostatske regulacije

Cirkadijurna regulacija ili cirkadijurni proces ili C

Cirkadijuran znači oko *circa* 24 sata *dies*. Cirkadijurni ritam može se prikazati pomoću sinusoide na kojoj možemo izračunati različite parametre, između ostalog i amplitudu, maksimalnu, minimalnu ili srednju (mesor) vrijednost, trajanje ili frekvenciju, ono što dopuštaju brojčani podaci ritmova. Cirkadijurni ritam postoji u svim vrstama i povezan je s mnogobrojnim fiziološkim varijablama, ne samo izmjenom budnost/spavanje (B/S) nego i ritmom temperature i izlučivanja brojnih hormona. Izmjena dan/noć i budnost/spavanje poznati su odavno. Bilo je potrebno pričekati istraživanja vremenske izolacije u mraku (izoliranje ljude u špiljama ili bunkerima), kako bi se dokazalo da je regulacija ritma budnost/spavanje endogena i da nije vezana isključivo za izmjenu dan/noć. Endogena periodičnost ritma B/S ne iznosi 24 sata, nego je najčešće malo duža, oko 24,18 sati. Ova su istraživanja dakle dokazala kako postoje fazni odnosi između različitih ritmova, posebice između temperaturnog i ritma B/S. Na početku istraživanja, periodičnost ritma B/S slijedi temperaturni ritam (između 24,1 do 24,8 sati); spavanje nastupa u fazi snižavanja unutarnje temperature, a buđenje nastupa u fazi podizanja temperature. Kada se izolacijsko istraživanje provodi duže vrijeme, ritmovi preuzimaju različitu periodičnost, što se naziva unutarnjom desinkronizacijom. Temperaturni ritam ostaje nepromijenjen prema svojoj endogenoj

vrijednosti i zadržava stabilnu periodičnost, dok ritam B/S znatno varira (od 26 do 36 i više sati). Ovi su se rezultati tumačili kao posljedica dvaju različitih oscilatora. (slika 2)

Poznato je da se ritmovi kod sisavaca stvaraju u suprahijazmatskim jezgrama (SCN) u kojima svaka stanica izražava cirkadijurnu neurološku i metaboličku aktivnost te sadrži sve elemente funkcioniranja sata. Rad sata povezan je s izražavanjem ritmičke aktivnosti određenih gena i proizvodnjom određenih proteina čija



stopa varira ovisno o vremenu. SCN kod ljudi igra ulogu biološkog sata odnosno oscilatora koji se naziva "slabim" a o kojem ovisi ritam B/S

Slika 2 Model cirkadijurne regulacije spavanja uz dva oscilatora

te ritam određenih hormona (prolaktin,

hormon rasta). Drugi oscilator, koji se naziva snažnim, nalazi se u lateralnom hipotalamusu i upravlja temperaturnim i REM ritmom te ritmom kortizola i melatonina. Ova su dva oscilatora međusobno povezana i njihov se endogeni period smanjuje na 24 sata zahvaljujući vanjskim sinkronizatorima među kojima je glavni izmjena svjetlost/tama, ali također i vrijeme lijeganja na spavanje i ustajanja, društveno - profesionalne aktivnosti, vrijeme obroka... Slabi se oscilator lako poremeti, kao što vidimo iz istraživanja s privremenom izolacijom i kao što možemo zaključiti iz putovanja kroz vremenske zone. U normalnim uvjetima, svjetlo koje vidimo kroz dan je glavni sinkronizator biološkog sata na 24 sata. Ono sprječava proizvodnju melatonina koju fiziološki proizvodi epifiza u mraku. Sada su dobro poznati živčani putevi mrežnice, vizualni i ne-vizualni, ovaj potonji počevši od ganglijevskih stanica do melanopsina, posebice osjetljivog na plavu svjetlost (6), koji vodi svjetlost od mrežnice do suprahijazmatske jezgre i zatim do epifize koja djeluje na cirkadijurnu aktivnost SCN-a. Nadalje, SCN ima određene neurone aktivne za vrijeme svjetlosti i druge aktivne u tami. Ova se neurološka aktivnost prenosi do epifize koja zauzvrat, putem izlučivanja melatonina, može obavijestiti organizam o pojavi noći i njezinom trajanju. Zahvaljujući ovom sustavu možemo vidjeti da su brojne fiziološke funkcije sinkronizirane s izmjenom dan / tama. Međutim, ovaj pojednostavnjeni model postao je složenijim otkad se dokazalo postojanje perifernih satova, neovisnih od SCN-a.

- Cirkadijurna ritmičnost ne tiče se isključivo spavanja već i velikog broja fizioloških

varijabli.

- Regulacija ritma budnost /spavanje je endogena i nije vezana isključivo za izmjenu dan/noć.
- Endogena periodičnost ritma B/S jest 24,18 sati
- U normalnim uvjetima ritam B/S i temperaturni ritam su povezani, ali, u slučajevima duže izolacije, ovi se ritmovi desinkroniziraju: temperaturni ritam ostaje nepromijenjen dok se ritam B/S značajno mijenja.
- U organizmu postoje dva različita oscilatora: prvi i tzv. 'slabi" se nalazi u SCN-u te o njemu ovisi ritam B/S te ritam određenih hormona (prolaktin, hormon rasta); drugi i tzv. snažni, nalazi se u lateralnom hipotalamusu te o njemu ovisi temperaturni ritam, ritam SP-a, kortizola i melatonina.
- Ova su dva oscilatora međusobno povezana i njihov je endogeni period od 24 sata pod utjecajem vanjskih sinkronizatora između kojih prvenstveno svjetlosti opažene tijekom dana.

Dvoprocetni model autoregulacije

Dvoprocetni model autoregulacije predložen je kako bi se objedinila sljedeća dva tipa regulacije spavanja (slika 1): cirkadijurna regulacija periodički oblikuje gornji i donji prag homeostatske regulacije stanja B i S. Homeostaza prvenstveno regulira spavanje sporijih valova dok cirkadijurna regulacija utječe prvenstveno na paradoksalno spavanje. Homeostatski i cirkadijurni proces u suprotstavljenim su fazama, što objašnjava kako možemo ostati budnima nekih 16 sati za redom. Na kraju večeri, cirkadijurni proces budnosti je povišen te omogućuje visok osjećaj budnosti, suprotstavljajući se homeostatskoj regulaciji.

Ultradijarni proces upravlja izmjenom SSV-PS

Sukladno McCarleyevom i Massaquoiievom modelu, aktivnost nePS-PS odnosno nREM-REM ciklusa nastaje recipročnom interakcijom dvaju međusobno povezanih neuronskih grupa (7). Grupa neurona SP smještena je u pontinu retikularne formacije i locusu coeruleusu alpha; druga grupa neurona – SP off, nalazi se u locus coeruleusu i unutar RAPHE jezgre. Izmjenična i suprotstavljena aktivnost ove dvije međusobno povezane grupe neurona, a prema recipročnom vremenskom odnosu objašnjava izmjenu nePS – PS.

Proces W ili proces inercije spavanja

Osjećaj budnosti nakon buđenja može varirati od dana do dana ili ovisno od osobe do osobe. Ova promjenjivost u osjećaju budnosti ovisi o inerciji spavanja, posebice u slučajevima prisilnog buđenja. Inercija spavanja ili proces W dovodi do privremenog odstupanja procesa S i može smanjiti subjektive sposobnosti nakon buđenja. Inercija spavanja je posebice važna u nekim patologijama, primjerice kod idiopatske hipersomnije.

Poznavanje ovih modela regulacije spavanja nije samo od znanstvenog već i praktičnog interesa, kako bismo razumjeli i "fiziološki" preuzeli upravljanje nad spavanjem (spravila higijene spavanja) i kod određenih patologija poput cirkadijurnih poremećaja ili nekih nesanica.

- Inercija spavanja predstavlja donji prag osjećaja budnosti u trenutku buđenja i najizraženija je kod prisilnih buđenja

Klinička fenomenologija budnosti i spavanja

Stanje usnulog subjekta karakterizira neaktivnost povezana sa smanjenjem svjesnosti i sa smanjenjem reaktivnosti na događaje i podražaje iz okoline. Ovo je stanje reverzibilno, bilo spontano bilo uz dovoljno intenzivne stimulacije; također, spavanje se razlikuje od stanja uspavanosti kod anestezije i od kome. Kliničko proučavanje spavanja započelo je promatranjem ljudskih bića za vrijeme spavanja.

Kod odraslog čovjeka

Odrastao čovjek koji je odlučio spavati izabire položaj pogodan za spavanje. Obično liježe u krevet, u položaj u kojem su mišići opušteni. Često zauzima položaj koji mu osobno odgovara za spavanje (nekima je to sklupčani odnosno fetus položaj, nekima je je to položaj na truhu s rukama pod jastukom...). Bez obzira na vanjsku temperaturu, preporuča se spavati u svježoj okolini, od 18 do 20 stupnjeva. U hladnijim razdobljima, čovjek zaštitu pronalazi pod plahtama i pokrivačima koji čine pravo termičko gnijezdo i pomažu u očuvanju ujednačenosti temperature (homotermije) te dopuštaju normalan cirkadijurni ritam unutarne temperature koja dostiže svoju najnižu vrijednost kod uspavlivanja. Tama se također preporuča kako bi hormon melatonin mogao pokrenuti akcije sinkronizacije i uspavlivanja. Trebalo bi izbjegavati bučnu okolinu. Ovisno o njezinom intenzitetu, buka uzrokuje reakcije u organizmu sukladno hijerarhijskom redu: jednostavan neurovegetativan odgovor (ubrzanje srčanog ritma), zatim vazomotorna i

elektrodermalna reakcija, nakon toga slijede mikro buđenja (čisto elektrofiziološka) te naposljetku aktivacija s prilagođenim motoričkim odgovorom.

Trajanje spavanja proučava se pomoću anketa ili upitnika na reprezentativnom uzorku predstavnika opće populacije. Tijekom godina, trajanje spavanja ima tendenciju polaganog ali stalnog smanjivanja. Trenutno prosječno trajanje spavanja iznosi 7 sati i 13 minuta, a samo 6 sati i 58 minuta preko tjedna, u Francuskoj gdje 33% populacije između 18 i 55 godina spava manje od 7 sati, dok je u 1980-ima trajanje spavanja iznosila 7 sati 50 minuta \pm 1 sat (8,9). Potreba za gotovo osmosatnim spavanjem je stabilna i neophodna za organizam, dok je smanjenje trajanja spavanja izgleda povezano s životnim obavezama. Također, između pojedinaca postoje spontane varijacije trajanja spavanja što nam omogućava da opišemo kratke spavače čije je trajanje spavanja između 4,5 i 6 sati, te duge spavače kod kojih spavanje traje između 8,5 i 10 sati. Postoje obitelji kratkih i obitelji dugih spavača što dokazuje genetski utjecaj na trajanje spavanja. Istraživanja s uskraćivanjem spavanja pokazala su da dugi spavači spavaju čvršće te da su osjetljiviji na doba dana za spavanje. Trajanje spavanja razlikuje se s godinama, i lagano se smanjuje od 20e do 70e godine (11,12). Nakon 70. godine života, razlike u trajanju spavanja su veće, s povećanjem dugih i kratkih spavača. Spol također utječe: u srednjim godinama, muškarci spavaju kraće od žena, ali u mladosti i poodmakloj dobi spavaju duže. Razlike postoje i s obzirom na zemlju, trajanje spavanja nešto je duža u sjevernim nego u južnim europskim zemljama, te je nešto duža u Europi nego što je to u SAD-u. Naposljetku, subjektivna kvaliteta spavanja, neovisno o dobi, povezana je s njegovim trajanjem. Subjekti koji se opisuju kao loši spavači spavaju kraće.

Vrijeme spavanja fiziološki se smješta u noć. Radnim je danima prilično stabilno s odlaskom na spavanje između 22 i 23 sata te ustajanjem nametnutim radnim vremenom, a najčešće između 6:30 i 7:30. Na ovaj raspored jako utječu životne obaveze. Kako bismo proučili interindividualne razlike tipologije spavanja, koristimo se posebnim upitnicima (12) i dnevnicima spavanja tijekom odmora, u trenutcima kad su subjekti oslobođeni planiranja vremena. Ovi su alati omogućili razlikovanje "jutarnjeg tipa" koji liježu i ustaje se rano i ne budi se pospan, te "večernjeg tip" koji liježe i ustaje se kasno. Spontani cirkadijurni period spavanja nesumnjivo je kraći kod jutarnjih i duži kod večernjih tipova, bez varijacija u trajanju spavanja. Neki se ekstremni kronotipovi povezuju s polimorfizmom gena uključenih u cirkadijurni sat, kao primjerice gen PER3. Ali, ove su razlike u rasporedu spavanja povezane također i s promjenama u odnosima faza između različitih ritmova. Tako, kod jutarnjeg tipa, do vrhunca budnosti dolazi prije nego do vrhunca temperature, dok su

kod večernjeg tipa usklađeni. Nadalje, brojni subjekti, zbog posebnog radnog ritma (noćni radnici, rad u smjenama...) primorani su spavati ujutro ili u popodnevnim satima. Jutarnje je spavanje kratko (u prosjeku 4-5 sati), često neuobičajene strukture te ocijenjeno kao slabo zadovoljavajuće. Sva istraživanja s pomaknutim vremenom spavanja pokazuju da najbolje spavanje nastupa između ponoći i 6 ujutro te da ono osigurava najbolje obnavljanje organizma, ukazujući time na važnost vremena spavanja kod određivanja trajanja i subjektivne kvalitete spavanja. Spavanje je uglavnom neprekinuto, bez svjesnih buđenja, unatoč fiziološkoj prisutnosti elektroencefalografskih buđenja. Starenjem, broj i trajanje buđenja imaju tendenciju porasta. Buđenja postaju preuranjena, a prijelazi iz krhke strukture spavanja sekundarni u interakciji između smanjenja pritiska spavanja i najniže razine cirkadijurnog signala.

Istraživanja s rascjepkanim spavanjem kod sportaša, primjerice jedriličara, u vrijeme dugotrajnih natjecanja, pokazala su da se polifazično spavanje uspješno bori protiv smanjenja vremena spavanja, održavajući prihvatljivu razinu sposobnosti. "Polifazično" spavanje, prema četverosatnom ritmu kada je to moguće, kroz nekoliko dana omogućava obnavljanje i održavanje osjećaja budnosti bliskog onom u normalnim uvjetima.

Naposljetku, velik broj subjekata volio bi skratiti trajanje svog spavanja. Skraćeno ili smanjeno spavanje proučavalo se u nekolicini kontroliranih ispitivanja kod studenata. Progresivno smanjenje trajanja spavanja, bez većeg umora za vrijeme dana, moguće je do trajanja od nekih 4,5 – 5 sati. Sve ispod toga dovodi do nepodnošljivih posljedica za vrijeme dana. Godinu dana nakon ispitivanja, subjekti su zadržali trajanje spavanja kraće za 1 – 2,5 sata. Međutim, trenutna istraživanja pokazuju da je kronično uskraćivanje spavanja štetno za pojedinca kako na kognitivnom tako i na kardiovaskularnom i metaboličkom planu, pogotovo ukoliko je trajanje spavanja kraće od 6 sati. (13-15).

- Trajanje spavanja unutar 24 sata ne mijenja se značajno s godinama, nego se lagano smanjuje između dvadesete i sedamdesete godine
- Razlikujemo jutarnji tip koji liježe i budi se rano i večernji tip koji liježe i ustaje se kasno. Ova se razlika u rasporedu spavanja objašnjava promjenama u međusobnim odnosima faza različitih ritmova.
- Najviše obnavlja spavanje između ponoći i 6 ujutro
- Klinički, dobro je spavanje neprekinuto, bez svjesnog buđenja ali uz postojanje fizioloških elektroencefalografskih buđenja.

- Starenjem se broj buđenja povećava
- Moguće je skratiti trajanje spavanja na 4,5-5 sati bez većih posljedica na stupanj umora u toku dana, kod kraćeg spavanja primjećuje se umor
- Čak i umjereno uskraćivanje spavanja čini se štetnim kako na kognitivnom tako i na kardiovaskularnom i metaboličkom planu.
- Idealna potreba za spavanjem iznosi otprilike 8 sati, ali je efektivno trajanje u stvari kraće, zbog životnih obaveza. Također, postoje kratki i dugi spavači.
- Bilježenje spavanja moguće je zahvaljujući EEG i EOG snimanju, te snimanju na razini mišićne aktivnosti brade
- Istovremeno se često bilježe i drugi parametri, prvenstveno respiratorni

Ontogeneza

Promatranje novorođenčadi omogućilo je Roffwargu et al. (16) a nakon toga i Prechtlu (17) opisivanje više stadija svijesti koji se pojavljuju od rođenja: budnost uz nemir i plač ili aktivna budnost, mirna budnost i dva stanja spavanja: mirno i nemirno. Mirno spavanje je stanje za vrijeme kojeg se beba ne miče, ukoliko se nalazi u dovoljno stabilnom položaju, zatvorenih šaka, ruku položenih s jedne ili druge strane torza, bez izraza lica, zatvorenih očiju bez pokreta očima i tijelom, pravilnog i polaganog disanja. Ovo stanje izmjenjuje se s njemu suprotnim stanjem spavanja u kojem dijete pokazuje opće ili lokalne pokrete tijela kao i nježne, manje vidljive pokrete prstiju na rukama i nogama. Ovim se pokretima tijela pridružuju brojni pokreti očiju i lica. Lice novorođenčeta veoma je ekspresivno i već može izraziti šest osnovnih emocija opisanih kod odraslih (18). Ovi su pokreti posljedica slabosti mišića. Disanje je brže nego kod mirnog spavanja, nepravilno i s nekoliko kratkih centralnih respiratornih pauza. Srčani je ritam također brz i nepravilan. Mirno i nemirno spavanje smatraju se prethodnicima spavanja sporijih valova i paradoksalnog spavanja kod odraslih, čije karakteristike dijele.

Trajanje spavanja kroz 24 sata je u prosjeku 16 sati uz velike interindividualne razlike, od 14 do 20 sati. Trajanje spavanja postupno će se skraćivati i dosegnuti 15 sati u starosti od 3-6 mjeseci; zatim 14 sati u starosti od godine dana; 12 sati u starosti od 3 – 5 godina, 10 sati u starosti od 10-12 godina i naposljetku 8 sati kod adolescenata kao i kod odraslih. Što je dijete mlađe to su veće i inividualne razlike u trajanju spavanja (+/- 2,5 sata u starosti od 6 mjeseci), čime se

suprotstavlja čvrstoj intraindividualnoj stabilnosti (19). Promatranje tri skupine djece kroz 17 godina, počevši od 1974., 1979. i 1986. potvrđuje evoluciju trajanja spavanja s godinama, ali na zanimljiv način pokazuje kako se trajanje spavanja, u svim uzrastima ali pogotovo kod najmlađih, iz generacije u generaciju skraćuje, što je uzrokovano kasnijim odlaskom na spavanje (20). Od djetinjstva postoje kratki i dugi spavači. Razlika u trajanju spavanja najznačajnija je kod dnevnog spavanja.

Raspored budnosti i spavanja: nakon rođenja, prijelazi iz spavanja i budnosti izmjenjuju se sukladno ultradijarnom ritmu u različitim periodima ali uglavnom oko 4 sata. Ovaj je endogeni ritam neovisan o izmjeni dan-svjetlost/ noć-tama. On prati ritam hranjenja ali je od njega također neovisan. Od ove dobi postoji malo važnija faza budnosti tijekom dana te malo duže trajanje spavanja tijekom noći. U prvim mjesecima života faze spavanja progresivno se pomiču prema noći, i u dobi od 6 mjeseci primjećujemo kontinuirani period od 6 sati spavanja.

Počevši u dobi od 6 mjeseci, razdoblja najduže budnosti (prije svega mirne budnosti tijekom koje se beba zanima za okolinu) pojavljuju se danju i to u isto vrijeme, a razdoblja najdužeg spavanja pojavljuju se noću. Može se primijetiti homeostatska regulacija: razdoblje najdužeg spavanja nastupa nakon najduže budnosti (21). Tijekom dana spavanje se organizira oko 3 glavna trenutka ili dodatna spavanja: ujutro, te na početku i kraju poslijepodneva. U dobi od oko jedne godine dolazimo do faze noćnog spavanja od 12 sati i dva dodatna spavanja: ujutro i na početku poslijepodneva. Skraćivanje trajanja dodatnog spavanja objašnjava se skraćivanjem trajanja spavanja unutar 24 sata. U uzrastu od 18 mjeseci, jutarnje dodatno spavanje nestaje te ustupa mjesto malo dužem dodatnom spavanju početkom poslijepodneva. Naposljetku, u dobi od 4-5 godina, dnevno spavanje u potpunosti nestaje bilo spontano bilo pod utjecajem školskih obaveza. Zatim, trajanje noćnog spavanja također će se progresivno smanjivati.

- Kod novorođenčadi razlikujemo nekoliko stadija svijesti: aktivnu budnost, mirnu budnost, nemirno spavanje i mirno spavanje
- Mirno i nemirno spavanje prethodnici su spavanja sporijih valova i paradoksalnog spavanja kod odraslih
- Prosječno trajanje spavanja nakon rođenja je 16 sati dnevno, a ono se zatim progresivno smanjuje kako bi dostiglo 15 sati u dobi od 3-6 mjeseci, 14 sati u dobi od 1 godine, 12 sati u dobi od 3-5 godina, 10 sati u dobi od 10 – 12 godina te 8 sati u adolescenciji.
- Kratki i dugi spavači razlikuju se od djetinjstva

Elektrofiziologija normalnog spavanja

Kod odraslih

Mogućnost snimanja električne aktivnosti mozga omogućila je završavanje promatračke studije čovjeka za vrijeme budnosti i spavanja te je udarila temelje elektrofiziološkom istraživanju spavanja. Loomis et al. (22) su na temelju EEG aspekta opisali pet stadija spavanja koji se pojavljuju nakon uspavljivanja te su prvi opisali, zahvaljujući očnoj elektrodi, spore pokrete očima kod uspavljivanja. Nakon toga, godine 1953., Aserindki i Kleitman (23) opisali su brze pokrete očima koji, u sekvencama, prate "posebnu razinu moždane aktivnosti koja se uobičajeno pojavljuje za vrijeme spavanja". Budeći subjekte za vrijeme pokreta očima, zabilježili su da bi 20 puta od 27, subjekt prepričao vizualan san, dok kod perioda mirovanja očiju, 19 puta od 23, subjekt ne bi imao nikakvog sjećanja na snove. Oni su, dakle, prvi povezali ovo posebno stanje s aktivnošću vezanom za snove.

Godine 1957., Dement i Kleitman (24) utvrdili su klasifikaciju stadija spavanja koja se temelji na analizi elektroencefalografskog (EEG) i elektrookulogramskog (EOG) zapisa kontrolne skupine koju su snimali tijekom cijele noći. Ova klasifikacija na četiri stadija isticala se po tome što razlikuje 1 "silazni" stadij (početak spavanja) i prvi "uzlazni" stadij popraćen brzim pokretima očiju. Tek su 1959. Jouvett i Michel (25) kod mačaka zabilježili pojavljivanje slabosti mišića u periodu kad EEG zapis nije bilježio veliku aktivnost dok je životinja duboko spavala. Slabost u mišićima se pojavljuje i kod ljudi te omogućuje prepoznavanje stadija paradoksalnog spavanja, uz EEG aktivnost blisku onoj u stadiju 1 uspavljivanja, brze pokrete očima (REM), slabost u mišićima i moždanu aktivnost vezanu za snove. Bez obzira na opise stadija spavanja, bilo je potrebno uskladiti njihove nazive među laboratorijima, što su godine 1968., odradili Retschaffen i Kales objavljivanjem priručnika u kojem su točno određeni uvjeti snimanja i kriteriji za dostizanje različitih stadija spavanja (26). Godine 2007., Američka Akademija za Medicinu Spavanja (AASM) je pregledala i neznatno prilagodila ova pravila.

Pravila polisomnografskog snimanja

Polisomnografija je istovremeno snimanje više fizioloških faktora za vrijeme spavanja. Potrebna su minimalno tri faktora za snimanje spavanja: EEG, EOG i aksijalni mišićni tonus, najbolje na

razini mišića brade. Pravila snimanja za ova tri parametra su točno određena. Minimalan broj elektroda za snimanje električne aktivnosti mozga je tri, i to na frontalnoj (FP1 ili FP2), Rolandičkoj ili centralnoj (C3 ili C4) i zatiljnoj (O1 ili O2) regiji. Ove su elektrode razmještene sukladno sistemu 10/20 koji se koristi kod EEG-a i uspoređuju se s referentnom elektrodom najčešće postavljenom na kontralateralnu mastoidu, na primjer: Fp1-A2, C3-A2, O1-A2 ; Fp2-A1, C4-A1, O2-A1. Obično se koriste tzv. kupolaste elektrode ispunjene vodljivim gelom, koje omogućuju dobro prisanjanje na vlasište. Mišićni se tonus snima na jednom kanalu pomoću tri prilijepljene elektrode, jedna usporedno s mišićem brade, 1cm iznad donjeg ruba čeljusti na središnjoj liniji te druge dvije 2 cm ispod, jedna 2cm na desno a druga 2 cm na lijevo od središnje linije. Snimanje je bipolarno, između gornje elektrode i jedne od elektroda ispod čeljusti; treća elektroda služi samo za slučaj da se jedna od prve dvije pokvari. Pokreti očima (PO) svakog oka snimaju se na dva kanala, elektrodama postavljenima 1 cm bočno i ispod lijevog oka i 1 cm bočno i iznad desnog oka, koje se referiraju na elektrode A1 ili A2. Izuzev ovih parametara obaveznih za prepoznavanje stadija spavanja, često je potrebno snimati i respiratorne parametre, elektrokardiogram i mišićnu aktivnost poput one prednjeg goljeničnog mišića.

Vizualna analiza arhitekture spavanja kod odraslih

Makro struktura

Poznajemo tri stanja svijesti: budnost, spavanje sporijih valova (SSV) ili ne-REM spavanje (N) i paradoksalno spavanje (PS) ili REM spavanje (R). Stanje budnosti može biti aktivno, oči su otvorene, EEG aktivnost je brza i niske voltaže, primjećuju se pokreti očima i pokreti zjenica. Budnost postaje mirna prije uspavlivanja i karakteristična je po zatvorenim očima i alfa aktivnosti od 8-10 c/s s obzirom na zatiljne regije, prisutnošću mišićnog tonusa i odsustvom brzih očnih pokreta. Nadalje, kad subjekt zaspi tj. u stadiju N1 spavanja sporijih valova, EEG aktivnost se ubrzava, alfa aktivnost se fragmentira i progresivno zamjenjuje theta aktivnošću od 2-7 c/s koja je sve obilnija i bez prekida, mišićni tonus je uvijek prisutan i pojavljuju se spori pokreti očiju (frekvencije < 1 Hz, s početnom refrakcijom od <500 ms) i povremeni verteks valovi (oštri spori valovi, ponekad široki (do 200 μ v), s maksimumom u verteksu ali vidljivi također i u Rolandičkoj regiji). N2 stadij karakterizira pojavljivanje vretena spavanja (eng. *spindles*), salve brzih ritmova od 12 – 16 Hz u sekvencama koje traju barem 0,5 sekundi, maksimalne amplitude s obzirom na centralne regije, K kompleksa, širokih i bifazičnih valova, (prvi je val negativan, brz i širok, drugi je pozitivan sporiji i manje širok) s trajanjem <0,5 sekundi. Ove figure, karakteristične za ovaj

stadij, javljaju se u više navrata na pozadini sačinjenoj od pomiješanih frekvencija, ponajviše theta elemenata i pokojeg sporog vala (<20%). Mišićni tonus je uvijek prisutan, ali je obično manje važan nego za vrijeme mirne budnosti. Nema pokreta očima. Stadiji spavanja 1 i 2 zajedno čine lagano spavanje sporijih valova. Nakon toga se fiziološki spavanje produbljuje u duboko spavanje sporijih valova tj. N3 stadij tj. sporovalno spavanje ili *slow wave sleep* koje karakterizira prisutnost sporih valova od 0,5 – 2 Hz, amplitude > 75 μ v, s maksimumom u frontalnoj regiji, koji su prisutni tijekom više od 20% trajanja stadija. Nema pokreta očima, tonus mišića i dalje je prisutan ali često slabe amplitude. Paradoksalno spavanje ili stadij R, jako se razlikuje od spavanja sporijih valova. EEG se sastoji od pomiješanih frekvencija bliskih onima iz stadija N1, s pojavljivanjem titrajućih alfa sekvenci, a također i brzih ritmova slabe amplitude. Theta elementi, karakteristični za ovaj stadij ali nestalni, vidljivi su u obliku trokutastih ili nazubljenih valova. Pod zatvorenim kopcima pojavljuju se izolirani pokreti očima ili salve istih. Mišićnog tonusa nema ili je jako slab, slabiji nego što je zabilježeno kod drugih stadija spavanja. Paradoksalno spavanje prepoznaje se po sljedeća tri kriterija: EEG, mišićna slabost i brzi pokreti očima. U tom kontekstu mišićne slabosti ili iznimno slabog mišićnog tonusa pojavljuju se grčevi (*twitches*) koji odgovaraju kratkim fazičkim podražajima te se manifestiraju kao trzaji mišića ekstremiteta ili lica. Dakle, možemo govoriti o kratkotrajnom fazičkom paradoksalnom spavanju (pokreti očima, nazubljeni valovi i grčenje - *twitches*) u odnosu na dugotrajno toničko paradoksalno spavanje, koje obuhvaća EEG aktivnost i nedostatak mišićnog tonusa. Preporuča se snimati stadije spavanje u vremenskim razdobljima od 30 sekundi.

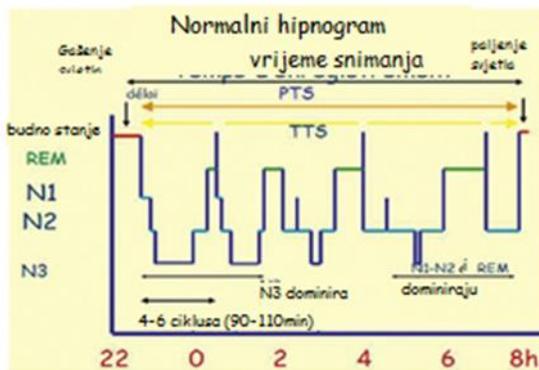
Kod odraslih, do uspavljivanja dolazi u spavanju sporijih valova. Stadij N1 fiziološki ne traje više od nekoliko minuta nakon čega slijedi faza laganog spavanja sporijih valova, zatim dubokog spavanja sporijih valova, iza koje dolazi faza paradoksalnog spavanja. Obje faze SSV-a i PS-a tvore ciklus spavanja kojih se tijekom jedne noći zabilježi između 4 i 6. Paradoksalno spavanje pojavljuje se svakih 90 minuta. Ciklusi spavanja na početku noći obiluju dubokim spavanjem sporijih valova, dok je paradoksalno spavanje kratko i u prvom ciklusu ne traje duže od nekoliko minuta. Prvi ciklus često završava općim pokretom tijela ili kratkim buđenjem. Posljednji ciklusi obiluju paradoksalnim spavanjem dok duboko spavanje sporijih valova obično nestaje. Redoslijed stadija spavanja i njihovo trajanje bilježe se na hipnogramu. Trajanje paradoksalnog spavanja predstavlja fiksni postotak trajanja spavanja, od 18 do 23%. N1 stadij predstavlja 5% vremena spavanja, stadij N2 oko 50% i stadij N3 od 15 do 20%. Najvažniji je pojam trajanje dubokog

spavanja sporijih valova koje, kod mlade odrasle osobe, iznosi od 90 do 120 minuta bez obzira na ukupno trajanje spavanja.

- Razlikujemo tri stanja svijesti: budnost, spavanje sporijih valova (SSV) ili ne-REM spavanje (N) i paradoksalno spavanje (PS) ili REM spavanje (R).
- Kod budnosti, oči su otvorene, EEG aktivnost je brza i slabe voltaže, zabilježeni su pokreti očima kao i pokreti kaptima; zatim budnost postaje mirna pred početak spavanja, sa zatvorenim očima, alfa aktivnost od 8 do 12 c/s s obzirom na zatiljnu regiju, prisutnost mišićnog tonusa i odsutnost brzih pokreta očiju.
- Za vrijeme uspavljivanja, odnosno u stadiju N1 spavanja sporijih valova, EEG aktivnost se usporava, alfa aktivnost se fragmentira i prelazi u theta aktivnost, mišićni tonus opstaje i pojavljuju se spori pokreti očima i povremeni verteks valovi.
- U N2 stadiju spavanja pojavljuju se vretena spavanja ili *spindles*, i K kompleks, na pozadini sačinjenoj od različitih frekvencija, prvenstveno theta elemenata i nekoliko sporih valova. Mišićni tonus je i dalje prisutan i nema pokreta očima.
- Nakon toga pojavljuje se duboko spavanje sporijih valova tj. stadij N3 tj. sporovalno spavanje ili *slow wave sleep*, bez pokreta očima i sa slabom amplitudom mišićnog tonusa.
- Paradoksalno spavanje ili stadij R blisko je spavanju u stadiju N1, s ponovnim izbijanjem titrajućih sekvenci alfa aktivnosti, brzim ritmom slabe amplitude i nestalnim theta trokutastim elementima karakterističnima za ovaj stadij. Primjećujemo brze pokrete očima i nedostatak ili vrlo slabi tonus mišića, kao i grčenja/*twiches* koja se očituju trzajima mišića ekstremiteta ili lica.
- Razlikujemo kratkotrajno fazičko paradoksalno spavanje (pokreti očima, nazubljeni valovi i grčevi/*twiches*) i dugotrajno toničko paradoksalno spavanje koje obuhvaća EEG aktivnost i nepostojanje mišićnog tonusa.
- Ciklus spavanja sastoji se od dvije faze: spavanja sporijih valova i paradoksalnog spavanja, a tijekom jedne noći zabilježi se između 4 i 6 ciklusa spavanja.
- Postotak trajanja paradoksalnog spavanja u ukupnom trajanju spavanja je od 18 do 23%, trajanje N1 stadija iznosi 15%, N2 stadij traje približno 50%, a trajanje N3 stadija iznosi oko 100 minuta.

Mikro struktura

Radi se o analizi fazičkih događanja koja se ne uzimaju u obzir prilikom vizualne analize makrostrukture: mikro buđenja i *cyclic alternating pattern* ili CAP. Prepoznavanje mikro buđenja temelji se na strogim pravilima koje je 1992. objavila grupa stručnjaka i koja se nisu mijenjala 2007. godine (28). Mikro buđenje definira se kao nagla promjena frekvencija EEG-a, bilo u theta, alfa ili frekvencijama bržima od 16 Hz (s izuzetkom vretena), koje traje minimalno 3 sekunde uz obavezno povećavanje tonusa mišića za vrijeme paradoksalnog spavanja. Ova se moždana mikro buđenja susreću za vrijeme normalnog spavanja ali i kod više patologija (OSA –opstrukcijska apneja, periodički pokreti ekstremiteta ...) i dovode do fragmentiranosti spavanja. CAP se u početku smatrao fiziološkom sastavnicom spavanja sporijih valova. Zatim je CAP bio detaljno opisan kroz dvije faze – A i B. Faza A je faza aktivacije s povećanjem mišićnog tonusa i aktivacijom vegetativnog živčanog sustava, faza B je faza deaktivacije u kojoj dolazi do smanjenja neurovegetativne i mišićne aktivnosti. Kod faze A pojavljuju se tri podtipa: kod A1 se pojavljuju salve delta valova i nizovi K-kompleksa, A2 je mješavina sporih i brzih ritmova a tijekom A3 uglavnom se pojavljuju brzi ritmovi. Između dva CAP-a pojavljuje se faza neurovegetativne stabilnosti kao i stabilnosti mišićnog tonusa (29). Za vrijeme stabilne toničke faze, mogu se pojaviti mikro buđenja koja prekidaju tonički NREM ili NCAP. Interakcija između CAP i NCAP faza važna je za razumijevanje koja su mikro buđenja fiziološka, a koja patološka. Studija koju je provela AASM pokazala je statistički značajnu povezanost između mikro buđenja i A2 i A3 podtipova CAP-a (30). Kod starijih subjekata broj CAP-ova se povećava. Smanjuje se tijekom noći oporavka nakon uskraćivanja spavanja sa snažnom poveznicom između najniže razine CAP-a kod podtipa A3 i mikro buđenja zabilježenih u skladu s pravilima AASM-a.



Slika 3 Primjer hipnograma: normalna struktura spavanja kod mladog odraslog subjekta
Primjer ustupio profesor J. Paquereau

U konačnici, analiza jedne noći spavanja omogućuje odrediti: vrijeme provedeno u krevetu, period spavanja (između uspavljivanja i buđenja), ukupno trajanje spavanja (trajanje vremena spavanja umanjeno za vrijeme trajanja buđenja), latenciju uspavljivanja (vrijeme proteklo između gašenja svjetla i prvog razdoblja stadija spavanja), REM latenciju, trajanje svakog stadija spavanja i njegov postotak u ukupnom vremenu trajanja spavanja,

broj i trajanje ciklusa spavanja, trajanje budnosti unutar spavanja, indeks mikro buđenja ili broj mikro buđenja po satu spavanja (slika 3).

- Mikro buđenje je nagla promjena EEG frekvencija, bilo theta, alfa ili frekvencija brzih od 16 Hz, koje traje duže od 3 sekunde i s obaveznim povećanjem tonusa mišića za vrijeme paradoksalnog spavanja.
- CAP (cyclic alternating pattern) sastoji se od dvije faze – A i B. A faza je faza aktivacije u kojoj dolazi do povećanja mišićnog tonusa i aktivacije vegetativnog živčanog sustava, B faza je faza deaktivacije, u kojoj se smanjuje mišićna i neurovegetativna aktivnost.

Automatska analiza spavanja

Imajući u vidu povećanje broja snimaka, automatska analiza spavanja postala je potrebna kako bi se skratilo vrijeme koje liječnici provedu analizirajući zapise. Na samom početku valja istaknuti kako su metode analize samo pomoć i ne smatraju se još, bez obzira na određeni napredak, pouzdanim samostalnim sredstvom bilježenja spavanja. Što je spavanje raznolikije to je automatska analiza manje pouzdana. Automatska analiza uglavnom se bavi EEG signalom. Radi se o analizi na vremenskoj i frekvencijskoj domeni. U vremenskoj domeni prvenstveno se koristi analiza amplitude, trajanja i digitalnog filtriranja.

U frekvencijskoj domeni, spektralna je analiza moguća zahvaljujući Fourierovoj transformaciji koja se može primijeniti na stacionarne signale i na distribuciju normalne amplitude. U kratkim vremenskim periodima, možemo smatrati EEG signal stacionarnim. Izvršit će se dakle Fourierova transformacija na kratkim periodima, najčešće od 2 do 4 sekunde. Na taj način možemo izračunati gustoću jačine signala kroz prosječne vrijednosti prikupljene iz niza uzastopnih perioda. Obično koristimo analizu na dva frekvencijska pojasa, frekvencije od 0,5 do 4,75 Hz za sporovalne aktivnosti i frekvencije od 14 do 16 Hz (sigma) koje obuhvaćaju vretena spavanja. Kanali EEG-a koji se koriste su centralne derivacije (C4 – A1 i C3 – A2), s filterima od 40 i 0,5 Hz i frekvencijom uzimanja uzorka od minimalno 128 Hz. Druga tehnika obrade signala temelji se na prepoznavanju oblika pomoću valične transformacije. Metoda "teorije valića" je zanimljiva metoda koja primjerice omogućava prepoznavanje vretena spavanja. Analiza pokreta očima obično se svodi na prepoznavanje brzih pokreta očima, zahvaljujući mjeri nagiba i amplitudi EOG signala. Ova je metoda dovoljna za pomoć pri prepoznavanju paradoksalnog spavanja, ali ne dopušta detaljnu analizu pokreta očima (smjer, raspored nizova...).

Naposljetku, analiza EMG-a temelji se na ispravljanju i integraciji signala. Procjena obuhvaća ovojnicu signala koja se razvija na isti način kao i amplituda "od vrha do vrha" EMG signala. Analiza mišićne aktivnosti prednjeg goljeničnog mišića omogućava određivanje broja pokreta nogu. Neurovegetativni parametri također se mogu prebrojati. Respiratorna analiza oslanja se na analizu promjene amplitude respiratornog signala u usporedbi s pragovima. Automatska analiza kardiološke frekvencije je analiza spektralnih sastavnica koja se temelji na utvrđivanju RR intervala. Ona omogućava određivanje sastavnica visoke i niske frekvencije. Odnos visoka frekvencija/ niska frekvencija pokazatelj je simpatičke i parasimpatičke ravnoteže. Moguća je također i spektralna analiza krvnog tlaka.

- Automatski sustavi analize spavanja ne smatraju se autonomnim pouzdanim sredstvima za snimanje spavanja
- Ovi sustavi obuhvaćaju nekoliko aspekata: prije svega frekvencijsku analizu EEG signala, prepoznavanje oblika pomoću valične transformacije, analizu pokreta očiju, EMG analizu, respiratornu analizu, kardiološku frekvenciju i arterijski tlak.

Popratne fiziološke pojave

Ostali parametri mijenjaju se tijekom stadija spavanja: nepravilno disanje u trenutku uspavlivanja sa središnjim apnejama koje mogu poprimiti karakteristike Cheyne-Stokovog ili Biotovog disanja, a zatim, za vrijeme spavanja sporijih valova i nadalje kako se spavanje produbljuje, disanje postaje sporo i pravilno, kako u frekvenciji tako i u amplitudi. Za vrijeme paradoksalnog spavanja, disanje postaje pliće ali prvenstveno nepravilno s nepravilnostima i u frekvenciji i u amplitudi, sukladno toničkoj ili fazičkoj aktivnosti paradoksalnog spavanja.

Kardiološki parametri također se mijenjaju ovisno o aktivnosti autonomnog živčanog sustava i ravnoteži simpatikusa/parasimpatikusa. Kardiološka frekvencija usporava se kod uspavlivanja, postaje još sporija za vrijeme spavanja sporijih valova, a pogotovo kod dubokog spavanja sporijih valova tijekom kojeg se mogu pojaviti i ozbiljne bradikardije. Za vrijeme paradoksalnog spavanja, kardiološka je frekvencija veoma nestabilna što se objašnjava brzim i čestim povećanjima u trenutcima fazičkih događanja. Za vrijeme toničkog paradoksalnog spavanja, ona je slabija i stabilnija. U prosjeku, kardiološka frekvencija i promjenjivost najviši su kod paradoksalnog spavanja. Krvni tlak slijedi isti princip. Smanjuje se u spavanju sporijih valova a najniži je u dubokom spavanju sporijih valova zbog bradikardije i periferne vazodilatacije. Kod paradoksalnog

spavanja, tlak je najviši i najnepravilniji za vrijeme fizičkih događanja. Naposljetku erekcije penisa i klitorisa uglavnom se pojavljuju u paradoksalnom spavanju, značajnije su krajem noći, a vezane su za krvožilne i mišićne mehanizme kao i za one hormonalne.

Neka su lučenja hormona također povezana sa spavanjem. Svaki hormon ima određeni ritam lučenja koji je rezultat utjecaja cirkadijurne ritmičnosti i njezine povezanosti sa spavanjem. Obično se razlikuju lučenja hormona povezana sa spavanjem u cijelosti i ona povezana s određenim stadijem spavanja. Ovdje ćemo spomenuti samo najvažnije. Tireotropin ili TSH dostiže vrhunac lučenja prije uspjavanja, nakon čega je lučenje stabilno te se progresivno smanjuje tijekom noći. Vrijeme i amplituda vrhunca lučenja ovise o vremenu spavanja. Nedostatak spavanja ili buđenja tijekom spavanja popraćeni su povećanjem lučenja TSH dok je za vrijeme dubokog spavanja sporijih valova lučenje najslabije. Bolesti štitnjače javljaju se uz probleme lučenja TSH i uz probleme spavanja. Prolaktin se ponajviše luči za vrijeme spavanja. Uskraćivanje spavanja dovodi do smanjenja lučenja prolaktina, a pomicanje rasporeda spavanja dovodi do pomicanja njegovog lučenja što dokazuje povezanost između spavanja i lučenja prolaktina.

Na ovu povezanost ipak utječe i vanjska cirkadijurna sastavnica jer za vrijeme letova kroz vremenske zone, prilagodba ritma prolaktina na novi raspored odvija se uz određeni odmak. Neka su lučenja hormona povezana sa stadijem spavanja. Jedan od najpoznatijih primjera je lučenje hormona rasta (GH) kojem je glavni vrhunac lučenja za vrijeme prve faze dubokog spavanja sporijih valova. Suzbijanje dubokog spavanja sporijih valova sprječava lučenje GH-a, koji bi se onda mogao izlučivati danju. Međutim, zabilježeni su slučajevi patuljastog rasta kod djece povezani sa suzbijanjem dubokog spavanja sporijih valova tijekom noći. Izlučivanje renina je važno zbog toga što odražava rad renin-angiotenzin-aldosteronskog sustava. Lučenje renina i izmjena spavanja sporijih valova i paradoksalnog spavanja usko su povezani. Ovaj se hormon izlučuje u trenutku prelaska u duboko spavanje dok se lučenje smanjuje za vrijeme prelaska u paradoksalno spavanje.

Patologija koja je popraćena značajnom fragmentacijom spavanja poput OSA-e pokazuje slabo lučenje renina. Naposljetku, postoje hormoni cirkadijurnog ritma na koje spavanje gotovo ne utječe. Među njima kortizol i melatonin. Kortizol i ACHT karakteristični su po svom cirkadijurnom ritmu proizvodnje čiji je vrhunac lučenja na početku jutra, oko 8 sati, a minimum lučenja oko 23 sata. Ovaj ritam ne mijenja se pod utjecajem spavanja, ali opet možemo primijetiti pad u lučenju

za vrijeme dubokog spavanja sporijih valova i inverziju vrhunaca za vrijeme buđenja između spavanja. Ovaj hormon mogao bi zaustaviti duboko spavanje sporijih valova. Poznato je da su noćna buđenja, ukoliko su učestala i dužeg trajanja, povezana s povišenom razinom kortizola u krvi. Dakle, aktivnost u hipotalamo-pituitarno-adrenalnoj osi i moždana aktivnost povezane su te imaju ulogu kod nekih nesanica. Melatonin, endogeni sinkronizator cirkadijurnih ritmova izlučuje se paralelno s izmjenom svjetlost-tama. Vrhunac njegovog lučenja odvija se u tami, tijekom noći, oko 3 ili 4 sata ujutro, što se podudara s termičkim minimumom. Kao što smo ranije ustanovili, njegovo lučenje snažno je inhibirano svjetlošću. Melatonin ima terapijsku ulogu u sinkronizaciji ritmova. O njegovoj hipogenoj ulozi još se raspravlja ali može ga se koristiti kod nesanica starijih subjekata. Sažetak se može pronaći u referencama (31-33).

- Određeni fiziološki faktori mijenjaju se kroz stadije spavanja: disanje. Ubrzano ali prije svega nepravilno u paradoksalnom spavanju.
- Kardiološka frekvencija usporava se za vrijeme uspavljivanja, zatim postaje još sporija tijekom spavanja sporijih valova, a pogotovo za vrijeme dubokog spavanja sporijih valova kada može doći do značajnih bradikardija. U paradoksalnom spavanju kardiološka je frekvencija jako nestabilna.
- Krvni tlak smanjuje se u spavanju sporijih valova, najniži je dubokom spavanju sporijih valova, a najviši i najnepravilniji u paradoksalnom spavanju, za vrijeme fazičkih događanja.
- Erekcije penisa i klitorisa pojavljuju se za vrijeme paradoksalnog spavanja, pogotovo prema kraju noći.
- Neka hormonska lučenja razlikuju se ovisno o stadijima spavanja (tireotropin, prolaktin, hormon rasta, renin, kortizol i melatonin).

Ontogeneza

Rođenje

Kod beba rođenih u terminu, spavanje već pokazuje izmjenične prijelaze iz nemirnog spavanja (NS) promjenjivog trajanja od 10 do 45 minuta (u prosjeku 25 minuta) i mirnog spavanja (MS) stabilnog trajanja od 20 minuta, što dovodi do ekvivalenta ciklusu spavanja. Ciklusi su spavanja kratki, od 40 do 55 minuta, te se unutar 24 sata pojavljuje između 18 i 20 ciklusa. Beba zaspri u nemirno spavanje koje zauzima 50 do 60% vremena spavanja dok MS zauzima samo 35 do 40%. Kod NS-a dolazi do kontinuirane moždane aktivnosti sačinjene od različitih frekvencija s prevladavajućim theta elementima, povezanim s mišićnom slabosti isprekidanom mnogobrojnim

fazičkim događajima (opći ili fini pokreti tijela i pokreti očima). Mirno spavanje ima dva aspekta koja se bitno razlikuju: neprekidnu sporu aktivnost srednje amplitude i zapis koji se smatra izmjenjujućim jer se sastoji od sporih i širokih salvi valova koji se izmjenjuju s dijelovima slabe amplitude. Ovo posljednje odgovaralo bi dubljem spavanju. Preostalih 10-15% odgovaraju prijelaznom ili neodređenom spavanju, odnosno radi se o aspektu zapisa koji ne odgovara niti kriterijima NS-a niti onima MS-a. Zadržat ćemo se na količini NS-a u izrazito ranom periodu života, i postaviti pitanje uloge spavanja.

Na početku života, ritam budnost /spavanje (B/S) je ultradijaran i endogen, kao što smo to ranije opisali.

Tijekom prvih 6 mjeseci života, dolazi do važnih promjena u sazrijevanju koje se tiču stadija spavanja i cirkadijurne organizacije ritma B/S. Smanjuje se trajanje spavanja unutar 24 sata a razdoblja mirne budnosti tijekom dana postaju češća i malo duža. U dobi od 6 mjeseci, dojenče zaspi u mirno spavanje, a usnivanje u nemirno spavanje postaje rjeđe. Postotak NS-a smanjuje se s 50 na 30% prema uzrastu od 6 mjeseci, a u dobi od 3-4 mjeseca NS poprima karakteristike PS-a te postaje stabilnije i s manje pokreta. Trajanje MS-a se povećava. Od 3. tjedna života, izmjenični aspekt MS-a nestaje u korist sporih neprekidnih valova, u 2.-3. mjesecu pojavljuju se vretena spavanja (*spindles*) a malo kasnije, između 4. i 6. mjeseca dolazi do pojave K-kompleksa. Od 3.-4. mjeseca starosti možemo razlikovati lagano i duboko mirno spavanje ovisno o respektivnoj količini vretena spavanja i sporih valova. Od te dobi, što se stadija N2 i N3 tiče, a ponekad i N1, možemo ocjenjivati spavanje sukladno kriterijima za odrasle (27). Ultradijarni ritam koji se javlja kod rođenja gubi se između 4. i 6. tjedna i prepušta mjesto cirkadijurnom ritmu, koji postoji od rođenja ali je prikriven ultradijarnim komponentama. Znamo da se cirkadijurni ritmovi temperature, melatonina, kardiološke frekvencije, kortizola, budnosti i spavanja pojavljuju između 1. i 4. mjeseca, a amplituda im se povećava nakon 6. mjeseca. Ovi su ritmovi sinkronizirani međusobno i sinkronizirani na 24 sata zahvaljujući vanjskim sinkronizatorima ili pokazateljima vremena (interakcija majka – dijete, redovito vrijeme hranjenja, nepostojanje noćnog hranjenja od 6. mjeseca nadalje, izmjena svjetlo-dan/ mrak-noć, ujednačeno vrijeme odlaska na spavanje i ustajanja). Nakon 9. mjeseca života, ukupna struktura spavanja slična onoj odraslog čovjeka.

Prve godine života

Tijekom prvih 3 ili 4 godine života, strukturu spavanja obilježava velika količina DSSV-a za vrijeme prva 3 do 4 sata tijekom noći, sa širokim sporim valovima, a trajanje SSV-a nastavlja se povećavati.

Postotak PS-a smanjuje se i u dobi od 18 mjeseci iznosi samo 30%, a prvo nestaje kod dnevnog spavanja. PS je obilniji na kraju noći. Buđenja se pojavljuju u drugom dijelu noći, ritmizirajući cikluse spavanja čije se trajanje povećava na 60 a zatim na 70 minuta. Broj ovih buđenja se smanjuje i u dobi od 3 do 4 godine nestaju. Između 4. i 12. godine spavanje postaje jako duboko s obilnim DSSV-om koji je ponekad jako produžen za vrijeme prvog ciklusa spavanja, dok se u isto vrijeme dnevno spavanje smanjuje ili nestaje. Ovo je doba kada dijete jako dobro spava te je izrazito aktivno za vrijeme dana, ali je ovo također i doba pojavljivanja parasomnija zbog propuštenih buđenja za vrijeme SSV-a (noćne more, mjesečarenje, buđenje u stanju zbuđenosti). Nakon 10. godine života, počinje lagano smanjivanje DSSV-a koje postaje osjetno u adolescenciji.

U adolescenciji dolazi do nestabilnosti spavanja, poteškoća s uspavljivanjem, smanjenjem spavanja, tendencijom pomaka faze prema kasnijim satima, što se objašnjava time da je trajanje spavanja kraće nego što je potrebno. Vikendima i za vrijeme praznika dolazi do nadoknade spavanja, ali je značajno kašnjenje u fazama i dalje prisutno. Ovo pomicanje u vremenu odlaska na spavanje i ustajanja objašnjava se biološkim činjenicama (pubertet, uloga seksualnih hormona, izmjena faze melatonina), ali i načinom života povezanim s sociološkim navikama i psihološkim problemima te dobi. Dnevna pospanost, subjektivna ili objektivna po iterativnim testovima latencije uspavljivanja, je česta. Spavanje adolescenata postupno prelazi u spavanje odraslih.

- Odmah nakon rođenja, ciklusi spavanja su kratki, od 40 – 60 minuta, te se u 24 sata pojavi između 18 i 20 ciklusa spavanja, s izmjenama nemirnog (obilnog u najranijim trenutcima života) i mirnog spavanja.
- Nakon toga se pojavljuju promjene kod karakteristika spavanja kako bi u dobi od 9 mjeseci došlo do ukupne strukture spavanja nalik na onu odraslog čovjeka.
- Tijekom prvih 3 ili 4 godine života, strukturu spavanja obilježava velika količina DSSV-a za vrijeme prva 3 do 4 sata tijekom noći.
- Između 4. i 12. godine spavanje postaje jako duboko s obilnim DSSV-om koji je ponekad iznimno produžen za vrijeme prvog ciklusa spavanja.
- Za adolescenciju su karakteristični nestabilnost spavanja, poteškoće kod uspavljivanja, manjak spavanja i tendencija kašnjenja faza te česta dnevna pospanost.

Zaključak

U ovom su članku isključivo opisani aspekti normalnog spavanja kod djece i odraslih. Bez obzira na to, ovi fragmentirani podatci čine temelj osnovnih znanja koja nam omogućavaju bolje razumijevanje, prepoznavanje i liječenje poremećaja spavanja, što je unutar medicine spavanja sve traženije. Iako se medicina spavanja relativno nedavno pojavila, zapravo se veoma brzo razvila. Tegobe i poremećaji spavanja vrlo su raznoliki, ali neki od njih predstavljaju prave probleme javnog zdravstva: poremećaj budnosti kod rada u smjenama (otežani uvjeti rada), nesanice i problemi s disanjem za vrijeme spavanja, da izdvojimo samo nekoliko primjera. Sindrom apneje tijekom spavanja primjer je koji savršeno ocrta negativan utjecaj poremećaja spavanja na zdravlje općenito, s brojnim štetnim posljedicama: dnevna pospanost i povećani rizik od nesreće, te kardiovaskularni, metabolički i endokrini problemi koji se uz nju vezuju.

KLJUČNE TOČKE

- Postoje dva istovremena sustava regulacije spavanja: homeostatska i cirkadijurna regulacija.
- Homeostaza prvenstveno regulira spavanje sporijih valova, a cirkadijurna regulacija upravlja prvenstveno paradoksalnim spavanjem.
- Aktivnost ne PS – PS ili *neREM – REM ciklus* nastaje recipročnom interakcijom dvaju međusobno povezanih grupa neurona.
- Trajanje spavanja kroz 24 sata ne mijenja se puno s godinama, ali broj i trajanje buđenja se povećava sa starenjem.
- Kod novorođenčeta, mirno i nemirno spavanje su preteče spavanja sporijih valova i paradoksalnog spavanja kod odraslih.
- Tijekom sazrijevanja, trajanje spavanja se lagano ali konstantno smanjuje s godinama.
- Polisomnografsko snimanje mora sadržavati barem EEG, EOG i mjerenje aksijalnog mišićnog tonusa.
- Postoje tri stadija svijesti: budnost, spavanje sporijih valova i paradoksalno spavanje.

Automatska analiza spavanja nam štedi vrijeme, ali ne čini samostalni pouzdani alat za snimanje spavanja.

6.2 Glossaire bilingue

activité corticale, n.f.	moždana aktivnost
activité électrique cérébrale, n.f.	električna aktivnost mozga
activité mentale onirique, n.f.	moždana aktivnost vezana za snove
activité onirique, n.f.	aktivnost snova
activité phasique, n.f.	fazička aktivnost
activité thêta, n.f.	theta aktivnost
activité alpha, n.f.	alfa aktivnost
activité tonique, n.f.	tonička aktivnost
adénosine, n.f.	adenozin
alternance, n.f.	izmjena
amplitude, n.f.	amplituda
analyse spectrale, n.f.	spektralna analiza
apnée centrale, n.f.	središnja apneja
atonie musculaire, n.f.	slabost mišića
bande de fréquence, n.f.	frekvencijski pojas
bradycardie, n.f.	bradikardija
cellule ganglionnaire, n.f.	ganglijevska stanica
codage du sommeil, n.m.	bilježenje spavanja
complexe K, n.m.	K-kompleks
conscience, n.f.	svjesnost
cortisol, n.m.	kortizol
coucher, n.m.	odlazak na spavanje
court dormeur, n.m.	kratki spavač
cycle de sommeil, n.m.	ciklus spavanja
désynchronisation interne, n.f.	unutarnja desinkronizacija

durée du sommeil, n.f.	trajanje spavanja
électro-oculographie (EOG)	elektrookulogram (EOG)
électrode, n.f.	elektroda
électrode indifférente, n.f.	referentna elektroda
électroencéphalographie (EEG)	elektroencefalografija
endormissement, n.m.	padanje u san/spavanje
enregistrement du sommeil, n.m.	snimanje spavanja
enregistrement électrophysiologique, n.m.	elektrofiziološko snimanje
érection, n.f.	erekcija
éveil, n.m.	buđenje
éveil confusionnel, n.m.	buđenje u stanju zbunjenosti
éveil conscient	svjesno buđenje
éveil électro-encéphalographique	elektroencefalografsko buđenje
éveil intra-sommeil, n.m.	buđenje između spavanja
éveil nocturne, n.m.	noćno buđenje
évènement phasique, n.m.	fazičko događanje
figure EEG, n.f.	EEG obrazac
fonction réparatrice du sommeil, n.f.	obnavljajuća funkcija spavanja
formation réticulée pontique, n.f.	pontin retikularne formacije
fréquence cardiaque, n.f.	kardiološka frekvencija
fuseau de sommeil, n.m.	vreteno spavanja
glande pinéale, n.f.	epifiza
groupe de neurones, n.m.	grupe neurona
homéostasie, n.f.	homeostaza
homéothermie, n.m.	ujednačenost temperature
horaire de sommeil, n.m.	raspored spavanja
horloge biologique, n.f.	biološki sat

horloge circadienne, n.f.	cirkadijurni sat
horloge périphérique, n.f.	periferni sat
hormone, n.f.	hormon
hormone de croissance, n.f.	hormon rasta
hypersomnie idiopathique, n.f.	idiopatska hipersomnija
hypnogramme, n.m.	hipnogram
hypothalamus latéral, n.m.	lateralni hipotalamus
inertie au réveil, n.f.	inercija spavanja
inhibition réciproque, n.m.	recipročna inhibicija
insomnie, n.f.	nesanica
intensité du sommeil, n.f.	intenzitet spavanja
lobe frontal, n.m.	frontalni režanj
long dormeur, n.m.	dugi spavač
lumière, n.f.	svjetlo
mastoïde controlatérale, n.f.	kontralateralna mastoida
médecine du sommeil, n.f.	medicina spavanja
mélanopsine, n.m.	melanopsin
mélatonine, n.f.	melatonin
métabolisme, n.m.	metabolizam
métabolisme énergétique, n.m.	energetski metabolizam
micro-éveil, n.m.	mikro buđenja
micro-éveil pathologique, n.m.	patološko mikro buđenje
micro-éveil physiologique, n.m.	fiziološko mikro buđenje
modèle d'autorégulation à deux processus, n.m.	dvoprocetni model autoregulacije
mouvement oculaire lent, n.m.	spori pokret očima
mouvement oculaire rapide, n.m.	brzi pokret očima
nanisme, n.m.	patuljasti rast

neuromédiateur, n.m.	neuroprijenosnik
neurone, n.m.	neuron
noyau dorsal du raphé, n.m.	raphe (rafe) jezgra
noyau suprachiasmatique, n.m.	suprahijzamska jezgra
obscurité, n.f.	mrak
observation, n.f.	promatranje
observation clinique, n.f.	kliničko promatranje
onde lente, n.f.	spori val
onde lente ample, n.f.	široki spori val
ontogenèse, n.f.	ontogeneza
oscilateur, n.m.	oscilator
parasomnie, n.f.	parasomnija
pathologie du sommeil, n.f.	patologija spavanja, poremećaj spavanja
phénoménologie clinique, n.f.	klinička fenomenologija
pic sécrétoire, n.m.	vrhunac lučenja
plainte du sommeil, n.f.	tegobe spavanja
pointe vertex, n.f.	verteks val
polysomnographie, n.f.	polisomnografija
pression artérielle, n.f.	krvni tlak
pression de sommeil, n.f.	pritisak spavanja
privation de sommeil, n.f.	uskraćivanje spavanja
privation chronique de sommeil, n.f.	kronično uskraćivanje spavanja
processus circadien, n.m.	cirkadijurni proces
processus homéostatique, n.m.	homeostatski proces
processus interdépendant, n.m.	međuzavisni proces
processus ultradien, n.m.	ultradijuran proces
prolactine, n.f.	prolaktin

qualité du sommeil, n.f.	kvaliteta spavanja
région occipitale, n.f.	zatiljna regija
régulation circadienne, n.f.	cirkadijurna regulacija
régulation homéostatique, n.f.	homeostatska regulacija
rénin, n.m.	renin
respiration instable, n.f.	nepravilno disanje
rétine, n.f.	mrežnica
rêve, n.m.	san
réveil, n.m.	buđenje
réveil forcé, n.m.	prisilno buđenje
rythme cérébral, n.m.	moždani ritam
rythme circadien, n.m.	cirkadijurni ritam
rythme endogène, n.m.	endogeni ritam
santé, n.f.	zdravlje
sécrétion, n.f.	izlučivanje
sieste, n.f.	dodatno spavanje
sommeil, n.m.	spavanje
sommeil indéterminé, n.m.	neodređeno spavanje
sommeil à ondes lentes, n.m.	sporovalno spavanje
sommeil agité, n.m.	nemirno spavanje
sommeil calme, n.m.	mirno spavanje
sommeil calme léger, n.m.	lagano mirno spavanje
sommeil calme profond, n.m.	duboko mirno spavanje
sommeil fragmenté, n.m.	rascjepkano spavanje
sommeil lent, n.m.	spavanje sporijih valova
sommeil lent léger, n.m.	lagano spavanje sporijih valova
sommeil lent profond, n.m.	duboko spavanje sporijih valova

sommeil paradoxal, n.m.	paradoksalno spavanje
sommeil paradoxal phasique, n.m.	fazičko paradoksalno spavanje
sommeil paradoxal tonique, n.m.	toničko paradoksalno spavanje
sommeil polyphasique, n.m.	polifazično spavanje
sommeil raccourci, n.m.	skraćeno spavanje
sommeil transitionnel, n.m.	prijelazno spavanje
somnambulisme, n.m.	mjesečarenje
somnolence diurne, n.f.	dnevna pospanost
somnolence, n.f.	pospanost
stade de sommeil, n.m.	stadij spavanja
structure du sommeil, n.f.	struktura spavanja
sujet endormi, n.m.	usnuli subjekt
syncroniseurs externes, n.m.	vanjski sinkronizatori
syndrome d'apnées du sommeil, n.m.	sindrom apneje tijekom spavanja
système nerveux autonome, n.m.	autonomni živčani sustav
système nerveux végétatif, n.m.	vegetativni živčani sustav
terreur nocturne, n.f.	noćna mora
thyrotropine, n.f.	tireotropin
tonus musculaire, n.m.	mišićni tonus
tonus musculaire axial, n.m.	aksijalni mišićni tonus
trouble de la vigilance, n.m.	poremećaj budnosti
trouble respiratoire, n.m.	respiratorni problemi
variable physiologique, n.f.	fiziološka varijabla
vasodilatation périphérique, n.f.	periferna vazodilatacija
veille, n.f.	budnost
veille active, n.f.	aktivna budnost
veille calme, n.f.	mirna budnost

veille intrasommeil, n.f.	budnost unutar spavanja
vigilance, n.f.	svijest
voie, n.f.	kanal
voie nerveuse rétinienne, n.f.	živčani put mrežnice

6.3 Fiches terminologiques

TERME	sommeil
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	État physiologique caractérisé par une perte de conscience temporaire du monde extérieur, mais sans perte de la sensibilité sensorielle.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	vigilance
Hyponyme(s)	sommeil à ondes lentes, sommeil agité, sommeil calme, sommeil calme léger, sommeil calme profond, sommeil fragmenté, sommeil lent, sommeil lent léger, sommeil lent profond, sommeil paradoxal, sommeil paradoxal phasique, sommeil paradoxal tonique, sommeil polyphasique, sommeil transitionnel
Contexte du terme (+réf)	Le sommeil est la diminution réversible naturelle et périodique de la perceptivité du milieu extérieur avec conservation d'une réactivité et conservation des fonctions végétatives. Cette vieille définition reste valable car elle permet de distinguer le sommeil du coma: un bruit violent réveille un dormeur mais pas un comateux. (Jouvet, Michel : <i>Eveil, sommeil, rêve</i> : Le courrier du CNRS, https://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/jouvet/jcnrs/print.php)
ÉQUIVALENT	spavanje
Catégorie grammaticale	n.n.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Spavanje - fiziološko nesvjesno stanje iz kojega se čovjeka može dovesti k svijesti (probuditi) prikladnim osjetnim podražajima. Najvjerojatnije nastaje djelovanjem centra za spavanje, a svrha mu je regeneracija mozga. Medicinski leksikon. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, http://medicinski.lzmk.hr/spavanje/

TERME	sommeil à ondes lentes
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Phase du sommeil qui se reproduit 4 à 6 fois par nuit pendant laquelle le dormeur est calme, immobile, et présente un tracé électroencéphalographique légèrement ralenti, ample et régulier.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	sommeil
Hyponyme(s)	sommeil lent profond, sommeil lent léger
Contexte du terme (+réf)	Alors que le sommeil paradoxal est caractérisé par plusieurs paramètres facilement quantifiables, le sommeil à ondes lentes est défini négativement, par de nombreux auteurs, comme non REM sleep, le sommeil qui n'est pas le sommeil paradoxal. Un seul critère le définit, la présence de fuseaux et d'ondes lentes cérébrales. (Valatx, Jean Louis: <i>Mecanismes du cycle veille-sommeil-reve</i> : La Revue du Practicien 1996, 46 :2404-10. http://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/valatx/revprat_96/print.php)
ÉQUIVALENT	sporovalno spavanje
Catégorie grammaticale	n.n.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Razlučujemo I. i II. fazu u površnom spavanju, III. i IV. fazu u dubokom spavanju te REM. Dominantna razlika između površnog i dubokog spavanja je u tome što je u dubokom spavanju izrazito usporenje moždanog ritma s visokovoltažnim delta-valovima frekvencije 0,5-3,5 Hz. Zbog toga se duboko spavanje kod ljudi naziva i sporovalno spavanje, tj. SWS (Slow Wave Sleep). (Hodoba, Danilo: <i>Poremećaji spavanja i budnosti i njihovo liječenje</i> ; Medicus 2002. Vol. 11, No 2, 193 -206)

TERME	sommeil paradoxal
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Phase du sommeil qui dure de 10 à 40 minutes, se reproduit 4 à 6 fois par nuit et correspond aux périodes de rêve. Elle se caractérise par des saccades oculaires, par la disparition totale du tonus musculaire accompagnée paradoxalement d'une activité corticale rapide et par des irrégularités des rythmes cardiaque et respiratoire.
Synonyme(s)	sommeil rapide, REM
Hyperonyme(s)	sommeil
Hyponyme(s)	sommeil paradoxal tonique, sommeil paradoxal phasique
Contexte du terme (+réf)	Les épisodes de sommeil lent sont entrecoupés d'un autre type de sommeil où, paradoxalement, le tracé de l'électroencéphalogramme ressemble beaucoup à celui de l'éveil avec son rythme rapide et sa faible amplitude. C'est pour cette raison que le neurobiologiste Michel Jouvet l'a nommé en 1959 « sommeil paradoxal ». Les anglosaxons le désignent aussi sous l'appellation de REM (pour Rapid Eye Movement, en anglais) parce que ce type de sommeil est aussi caractérisé par de nombreux mouvements oculaires rapides sous les paupières closes. (http://lecerveau.mcgill.ca/flash/d/d_11/d_11_p/d_11_p_cyc/d_11_p_cyc.html)
ÉQUIVALENT	paradoksalno spavanje
Catégorie grammaticale	n.n.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Za paradoksalno spavanje je karakteristično nepravilno disanje i puls, kao i brzo kretanje očiju (REM). REM spavanje slijedi nakon svakog ciklusa NREM spavanja. Većina snova se javlja tijekom REM faze sna. Moguće je da se gore navedeno reprogramiranje odvija upravo tijekom takozvanog paradoksalnog sna (REM). (Demarin, Vida ; Bošnjak Pašić, Marija; Vidrih, Branka: <i>Spavanje i sanjanje</i> ; http://www.cybermed.hr/clanci/spavanje_i_sanjanje)

TERME	vigilance
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	État du système nerveux permettant à l'organisme de s'adapter et d'échanger avec le milieu et qui varie depuis le sommeil jusqu'à la veille attentive.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	
Hyponyme(s)	sommeil, veille
Contexte du terme (+réf)	Notre cerveau subit l'alternance de trois états de vigilance principaux : l'éveil, le sommeil et le rêve. Si les fonctions du sommeil et de l'éveil sont connues, en revanche la fonction de ce troisième état du cerveau qu'est le rêve demeure l'une des énigmes les plus irritantes de la biologie. (Jouvet, Michel : <i>Eveil, sommeil, rêve</i> : Le courrier du CNRS, https://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/jouvet/jcnrs/print.php)
ÉQUIVALENT	svijest
Catégorie grammaticale	n.f.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Svijest : cjelokupan i cjelovit doživljaj svih psihičkih zbivanja pojedinca u određenu trenutku. (...) O stanju svijesti zaključuje se indirektno preko orijentiranosti te općeg ponašanja. Svijest je najviši stupanj psihičkog života, a razvojno i najmlađa psihička funkcija. Prema razini budnosti, poremećaji svijesti dijele se na kvantitativne i kvalitativne. Kvantitativni idu od somnolencije, sopora do kome (nesvijesti). Kvalitativni poremećaji su delirantna i sumračna stanja, uz manje značajna oneiroidna stanja, somnambulizam, fuge i hipnozu. (Medicinski leksikon. Leksikografski zavod Miroslav Krleža : http://medicinski.lzmk.hr/svijest/)

TERME	veille
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	État opposé au sommeil, c.-à-d. état d'une personne qui ne dort pas
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	vigilance
Hyponyme(s)	veille active, veille calme, veille intrasommeil,
Contexte du terme (+réf)	La veille est l'état de non-sommeil, observé dans la journée mais aussi la nuit quand le sommeil est perturbé. (http://www.institut-sommeil-vigilance.org/tout-savoir-sur-le-sommeil)
ÉQUIVALENT	budnost
Catégorie grammaticale	n.n.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Sustavna ispitivanja karakteristika spavanja adolescenata započela su sredinom 1970-ih na Sveučilištu Stanford u SAD-u. (...) Tjedan dana prije svakog trodnevnog ispitivanja držali su se unaprijed dogovorenog rasporeda spavanja i budnosti kako bi rezultati ispitivanja u laboratoriju bili što manje pod utjecajem prethodno akumuliranog duga u spavanju (engl. sleep debt). Svrha istraživanja bila je ispitati smanjuje li se zaista u adolescenciji potreba za spavanjem kao što se pretpostavljalo. (Košćec, Adrijana ; Radošević-Vidaček, Biserka, Bakotić, Marija : <i>Regulacija budnosti i spavanja u adolescenciji : biološki, bihevioralni i socijalni aspekti</i> . <i>Suvremena psihologija</i> 11, p. 223 – 239, 2008.)

TERME	éveil
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Transition du sommeil à la veille. Action de s'éveiller, de sortir de l'état de sommeil.
Synonyme(s)	réveil
Hyperonyme(s)	
Hyponyme(s)	éveil confusionnel, éveil conscient, éveil électro-encéphalographique, éveil intra-sommeil, éveil nocturne, micro-éveil pathologique, micro-éveil physiologique, micro-éveil
Contexte du terme (+réf)	Très rare chez les voyants, elle est fréquente chez les non-voyants (toucherai environ 50% des aveugles). Ce syndrome est caractérisé par une alternance veille/sommeil qui n'est pas synchronisée avec la journée de 24 heures. Souvent, les personnes se sentent à la merci de ce trouble malgré leurs efforts pour maintenir un horaire régulier. De façon typique, l'endormissement et l'éveil de ces personnes présentent des retards progressifs et successifs et finissent par être déphasées par rapport à l'heure locale. Souvent, ces personnes ont un rythme étalé sur 25 heures. (Boinvin, Diane : <i>Troubles du rythme circadien</i> https://fondationsommeil.com/troubles-du-sommeil/troubles-du-sommeil-freqvents/troubles-du-rythme-circadien/)
ÉQUIVALENT	buđenje
Catégorie grammaticale	n.n.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Rezultati sustavno pokazuju da u razdoblju adolescencije dolazi do pomaka u vremenu odlaska na spavanje i vremenu buđenja prema kasnijim satima, da se ukupno trajanje spavanja skraćuje, da su dobne razlike u rasporedu i trajanju spavanja izraženije u dane nastave nego vikendom i praznicima te da se s dobi adolescenata povećava razlika u rasporedu i trajanju spavanja između dana nastave i slobodnih dana. (Koščec, Adrijana ; Radošević-Vidaček, Biserka, Bakotić, Marija : <i>Regulacija budnosti i spavanja u adolescenciji : biološki, bihevioralni i socijalni aspekti</i> . Suvremena psihologija 11, p. 223 – 239, 2008.)

TERME	micro-éveil
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Réveil de courte durée (3 à 14 secondes), caractérisé par un changement soudain de la fréquence à l'EEG (ondes alpha, bêta ou delta) durant le sommeil.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	éveil
Hyponyme(s)	micro-éveil pathologique, micro-éveil physiologique
Contexte du terme (+réf)	Le sommeil nocturne fragmenté par de nombreux micro-éveils, le plus souvent non ressentis, est suivi de réveils matinaux difficiles. Ainsi les patients ont, en général, l'impression de bien dormir alors que les enregistrements polysomnographiques montrent que le sommeil est profondément perturbé. (Onen, S.Hakki : <i>Syndrome d'apnée du sommeil de l'adulte</i> ; Journal du Jeune Praticien sur https://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/onen/apnee/print.php)
ÉQUIVALENT	mikrobuđenje
Catégorie grammaticale	
Contexte de l'équivalent (+réf)	Mikrobuđenje je definirano izbijanjem alfa ili theta-aktivnosti u EEG-u iz niže frekvencije u pozadini u trajanju od 1 do 3 sekunde. (Đogaš, Zoran ; Valić, Maja ; Pecotić, Renata ; Čavar Pupiće, Marija ; Carev, Mladen ; Bojić, Lovro ; Račić, Goran : <i>Poremećaji disanja tijekom spavanja</i> ; Liječnički Vjesnik 2008 ; 130 : 69 – 77)

TERME	cycle de sommeil
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Alternance cyclique entre les deux stades de sommeil: le sommeil lent et le sommeil paradoxal.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	
Hyponyme(s)	
Contexte du terme (+réf)	Le sommeil paradoxal n'est pas continu au cours du sommeil: il apparaît périodiquement et sa récurrence rythmique structure les cycles de sommeil. Sa périodicité est propre à chaque espèce animale: il se manifeste grossièrement toutes les 4 minutes de sommeil chez la souris, toutes les 12 minutes chez l'écureuil, toutes les 27 minutes chez le chat, toutes les 60 minutes chez le cheval, toutes les 90 minutes chez l'homme et toutes les 100 minutes chez l'éléphant. (Tafti, Mehdi: <i>Animales rêveries</i> ; Science et Avenir Hors-Série Le Rêve. décembre 1996.)
ÉQUIVALENT	ciklus spavanja
Catégorie grammaticale	n.m.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Noćno spavanje je oscilirajućeg vigiliteta, što podrazumijeva fluktuaciju dubine s izmjenama pojedinih faza spavanja organiziranih u cikluse. Cikluse omeđuju dvije razmaknute REM epizode. U prosjeku ciklusi traju oko 90 minuta. S tom čestoćom se, znači, opetovano javlja i REM, koji je u početku kratak, a zatim sve dulji te je pred jutro najdulji. (Hodoba, Danilo: <i>Poremećaji spavanja i budnosti i njihovo liječenje</i> ; Medicus 2002. Vol. 11, No 2, 193-206)

TERME	fuseau du sommeil
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Figure électroencéphalographique (EEG) montrant l'activité cérébrale intensive caractéristique pour le stade de sommeil léger.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	figure électroencéphalographique
Hyponyme(s)	
Contexte du terme (+réf)	Les fuseaux de sommeil sont générés par le noyau réticulaire du thalamus, dont les neurones GABAergiques présentent des décharges de potentiels rythmées à la fréquence des fuseaux. Recevant ces potentiels, les neurones thalamocorticaux présentent des hyperpolarisations cycliques suivies de bouffées de potentiels qui, transmises aux cellules corticales, y génèrent les fuseaux. Les hyperpolarisations cycliques sont à l'origine du blocage des messages sensoriels au début de l'endormissement. Ainsi s'explique la perte de conscience du sommeil. (Jouvet, Michel: <i>Structures et mécanismes responsables du cycle veille sommeil</i> . Encyclopedia Universalis: https://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/jouvet/encyclo_universalis/print.php)
ÉQUIVALENT	vreteno spavanja
Catégorie grammaticale	n.n.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Temeljem poligrafskih kriterija zasnovanih na polisomnografskom snimanju koje sadržava najmanje 1-2 odvoda za EEG (raspored elektroda A2-C3 i O2-A1) jednog submentalno postavljenog EMG odvoda, dva EOG (elektrookulograma) s epikantalnim, supraorbitalnim i infraorbitalnim razmještajem elektroda, spavanje ocjenjujemo u ovisnosti o količini sporih valova u EEG-u, specifičnim grafoelementima ortodoksnog spavanja kao što su vretena spavanja i K-kompleksi, zatim temeljem tonusa muskulature te prisutnosti ili

odsutnosti brzih očnih pokreta (REM - Rapid Eye Movements)

(Hodoba, Danilo: *Poremećaji spavanja i budnosti i njihovo liječenje* ; Medicus 2002. Vol. 11, No 2, 193-206)

TERME	complexe K
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Figure électroencéphalographique (EEG) caractéristique pour le stade 3 du sommeil lent et constituée d'ondes lentes intriquées à des rythmes rapides.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	figure électroencéphalographique
Hyponyme(s)	
Contexte du terme (+réf)	La phase paradoxale chez l'homme se caractérise : a) Au point de vue E.E.G., par une activité de bas voltage, une absence totale de fuseaux et une absence totale de K complexes lors des stimulations auditives. (Jouvet. M., Dechaume, J. et Michel, F. : <i>Etude des mécanismes du sommeil physiologique</i> . Lyon Médical N 38 -18 Septembre 1960. https://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/jouvet/lyonmed_60/print.php)
ÉQUIVALENT	K kompleks
Catégorie grammaticale	n.m.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Temeljem poligrafskih kriterija zasnovanih na polisomnografskom snimanju koje sadržava najmanje 1-2 odvoda za EEG (raspored elektroda A2-C3 i O2-A1) jednog submentalno postavljenog EMG odvoda, dva EOG (elektrookulograma) s epikantalnim, supraorbitalnim i infraorbitalnim razmještajem elektroda, spavanje ocjenjujemo u ovisnosti o količini sporih valova u EEG-u, specifičnim grafoelementima ortodoksnog spavanja kao što su vretena spavanja i K-kompleksi, zatim temeljem tonusa muskulature te prisutnosti ili odsutnosti brzih očnih pokreta (REM - Rapid Eye Movements)

(Hodoba, Danilo: *Poremećaji spavanja i budnosti i njihovo liječenje* ; Medicus 2002. Vol. 11, No 2, 193 -206)

TERME	inertie du sommeil
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	État de confusion (plusieurs minutes a plusieurs heures) et/ou de somnolence dans la période de veille qui suit immédiatement l'épisode de sommeil habituel ou une sieste.
Synonyme(s)	inertie au réveil
Hyperonyme(s)	
Hyponyme(s)	
Contexte du terme (+réf)	Le principal inconvénient à la sieste est le phénomène qui reflète la dimension graduelle du processus de réveil, connu sous le nom « d'inertie du sommeil ». Il peut être défini comme la période immédiatement consécutive au réveil et se caractérise par une hypovigilance transitoire, des troubles de l'humeur accompagnés d'une diminution temporaire des performances cognitives. (Société française de recherche et médecine du sommeil : <i>Sommeil et vigilance</i> ; Numéro 15, Novembre 2006. p.11)
ÉQUIVALENT	inercija spavanja
Catégorie grammaticale	n.f.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Noćni nap, ako je moguć, može biti koristan, ali treba potrajati barem jedan ciklus spavanja, što znači od 90 – 120 minuta. Učinak noćnog napa umanjuje inerciju spavanja nakon buđenja iz napa, koja može potrajati i do 2 sata. (Hodoba, Danilo: Poremećaji spavanja i budnosti i njihovo liječenje ; Medicus 2002. Vol. 11, No 2, 193 -206)

TERME	électroencéphalographie
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	neurologie
Définition	Méthode d'exploration cérébrale qui mesure l'activité électrique du cerveau par des électrodes placées sur le cuir chevelu.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	
Hyponyme(s)	électroencéphalogramme, électroencéphalographie intracrânienne (iEEG), électroencéphalographie sous-durale, électroencéphalographie stéréotaxique (sEEG)
Contexte du terme (+réf)	Il a fallu attendre 1924, la découverte de l'électroencéphalographie par Hans Berger - EEG qui enregistre les faibles courants électriques émis par notre cerveau au cours de ses différentes activités, pour s'apercevoir qu'il existe une corrélation entre nos différents états de vigilance et certaines modifications de notre activité électrique cérébrale. (Challamel M.J., Thirion M.: <i>Le sommeil, le rêve et l'enfant</i> sur https://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/challamel/sommenf/print.php)
ÉQUIVALENT	elektroencefalografija
Catégorie grammaticale	n.f.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Elektroencefalografija (kratica EEG), dijagnostička i istraživačka tehnika kojom se otkrivaju i bilježe vrlo mali akcijski potencijali mozga elektrodama pričvršćenima na kožu lubanje, pri čemu se električni otpor kože nastoji smanjiti na najnižu moguću mjeru. Zapis tih potencijala (elektroencefalogram) dobiva se s pomoću aparata (elektroencefalografi) koji pojačavaju naponske razlike u moždanome tkivu, a te su naponske razlike posljedica stalne aktivnosti stanica kore i dubljih struktura mozga u budnom stanju i u snu, pa i u besvijesti. Te su krivulje pretežno ritmična valovita izgleda, a različitih su frekvencija i amplituda,

ovisno o stanju budnosti i regiji mozga iz koje se odvođe.

(Hrvatska enciklopedija :

<http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=17603>)

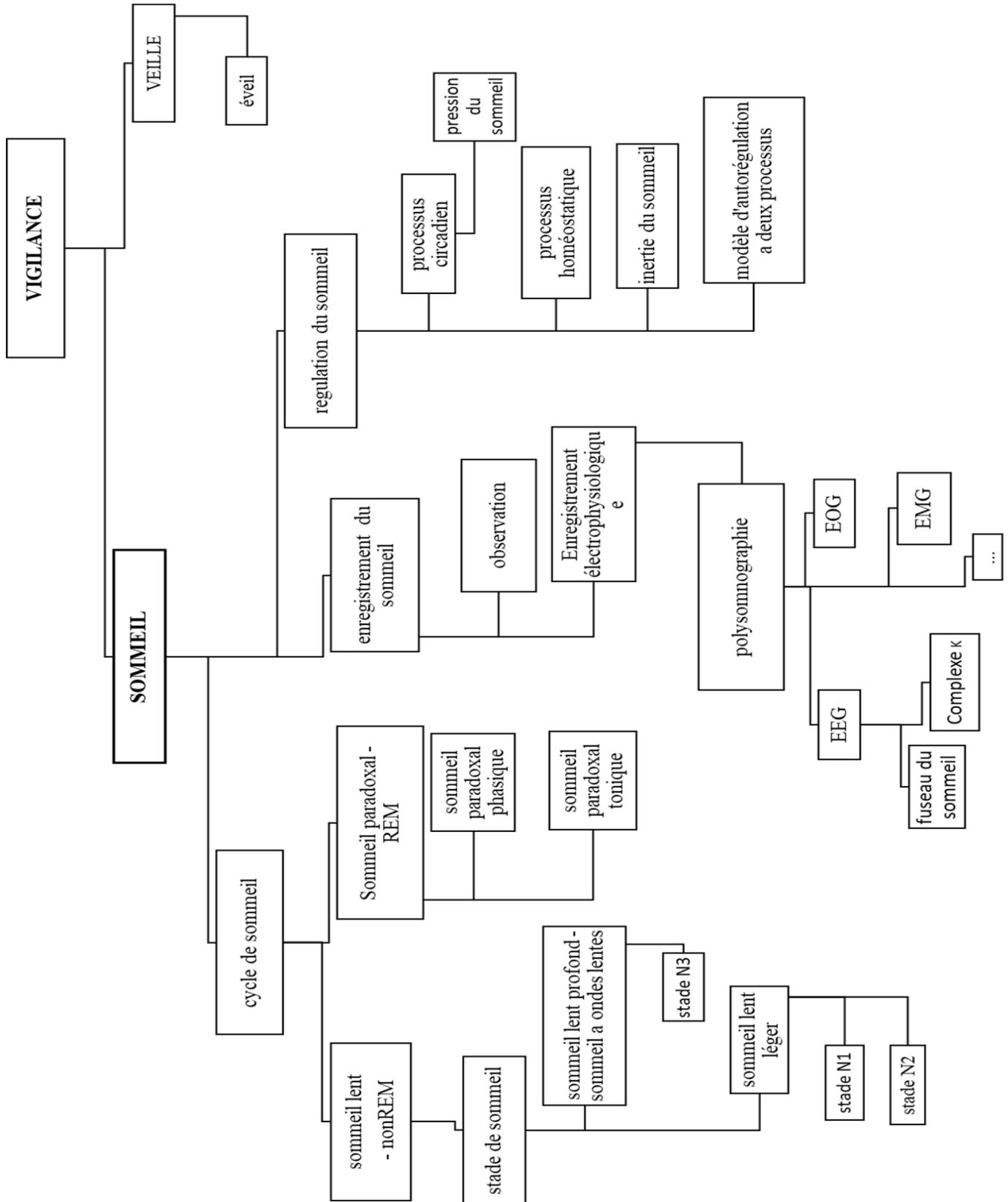
TERME	pression de sommeil
Catégorie grammaticale	n.f.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Envie de dormir régulée par le processus circadien et qui augmente avec la durée de la veille et l'activité physique.
Synonyme(s)	pression homéostatique
Hyperonyme(s)	
Hyponyme(s)	
Contexte du terme (+réf)	Pendant une privation prolongée de sommeil, on observe une « pression de sommeil » qui augmente tout au long de la privation, mais qui diminue beaucoup à la fin de l'après-midi pour augmenter de nouveau à la fin de la nuit. (Jouvet, Michel : <i>Le Sommeil, la Conscience et l'éveil</i> . Odile Jacob, 2016.)
ÉQUIVALENT	pritisak spavanja
Catégorie grammaticale	n.m.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Porast i opadanje pritiska spavanja odvijaju se eksponencijalno, s time da se akumulacija pritiska spavanja odvija sporije nego njegovo opadanje. Homeostatski proces ovisan je o trajanju prethodne budnosti, pa će pritisak spavanja biti jači što je trajanje prethodne budnosti bilo duže. (Koščec, Adrijana ; Radošević-Vidaček, Biserka, Bakotić, Marija : <i>Regulacija budnosti i spavanja u adolescenciji : biološki, bihevioralni i socijalni aspekti</i> . Suvremena psihologija 11, p. 223 – 239, 2008.)

TERME	processus circadien
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Rythme biologique d'environ 24 heures qui détermine l'alternance veille-sommeil et plusieurs autres processus.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	
Hyponyme(s)	
Contexte du terme (+réf)	<p>Le modèle actuellement utilisé lors des formations sur le sommeil est celui d'Alexander Borbely ("A two process model of sleep regulation", 1982). Borbely est le premier à avoir décrit le rythme veille-sommeil comme résultant de l'action synchronisée de deux processus :</p> <p>I. Un processus circadien qui module la pression de sommeil en fonction de l'heure qu'il est (maximum autour de 04h.) ;</p> <p>II. Un processus homéostatique (proportionnel à la durée de la période d'éveil). Un processus circadien qui favorise (ou non) le sommeil en modulant la température du cerveau, et un processus homéostatique qui impose (ou non) le sommeil en fonction du temps écoulé.</p> <p>(Sommeil et médecine général : Double-Balancier pour les Nuls sur http://sommeil-mg.net/spip/Double-Balancier-pour-les-Nuls)</p>
ÉQUIVALENT	cirkadijurni proces
Catégorie grammaticale	n.m.
Contexte de l'équivalent (+réf)	<p>Cirkadijurni proces odnosi se na ritmičke varijacije različitih psihofizioloških funkcija koje sudjeluju u održavanju budnosti i koje regulira cirkadijurni oscilator u suprahijazmatskim jezgrama hipotalamusa. Cirkadijurni proces relativno je neovisan o trajanju prethodne budnosti. (Košćec, Adrijana ; Radošević-Vidaček, Biserka, Bakotić, Marija : <i>Regulacija budnosti i spavanja u adolescenciji : biološki, bihevioralni i socijalni aspekti</i>. Suvremena psihologija 11, p. 223 – 239, 2008.)</p>

TERME	processus homéostatique
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Tendance de l'organisme à maintenir ou à ramener les différentes constantes physiologiques (température, débit sanguin, tension artérielle, etc.) à des degrés qui ne s'écartent pas de la normale.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	
Hyponyme(s)	
Contexte du terme (+réf)	Le modèle actuellement utilisé lors des formations sur le sommeil est celui d'Alexander Borbely ("A two process model of sleep regulation", 1982). Borbely est le premier à avoir décrit le rythme veille-sommeil comme résultant de l'action synchronisée de deux processus : I. Un processus circadien qui module la pression de sommeil en fonction de l'heure qu'il est (maximum autour de 04h.) ; II. Un processus homéostatique (proportionnel à la durée de la période d'éveil). Un processus circadien qui favorise (ou non) le sommeil en modulant la température du cerveau, et un processus homéostatique qui impose (ou non) le sommeil en fonction du temps écoulé. (Sommeil et médecine général : Double-Balancier pour les Nuls sur http://sommeil-mg.net/spip/Double-Balancier-pour-les-Nuls)
ÉQUIVALENT	homeostatski proces
Catégorie grammaticale	n.m.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Homeostatski proces očituje se u progresivnoj akumulaciji tzv. pritiska spavanja, koja počinje odmah po buđenju, doseže maksimum u večernjim satima, počinje slabjeti s početkom spavanja te potpuno nestaje do trenutka buđenja. Fiziološki pokazatelj homeostatskog procesa je sporovalno spavanje u rasponu frekvencija od 0,5 do 4,5 Hz što najvećim dijelom odgovara delta aktivnost. (Koščec, Adrijana ; Radošević-Vidaček, Biserka, Bakotić, Marija : <i>Regulacija budnosti i spavanja u adolescenciji : biološki, bihevioralni i socijalni aspekti</i> . Suvremena psihologija 11, p. 223 – 239, 2008.)

TERME	stade de sommeil
Catégorie grammaticale	n.m.
Statut (usage)	langue standard
Domaine	médecine
Sous-domaine	médecine du sommeil
Définition	Étape du sommeil paradoxal et sommeil lent, qu'on distingue selon la profondeur du sommeil.
Synonyme(s)	
Hyperonyme(s)	
Hyponyme(s)	
Contexte du terme (+réf)	Chez l'homme, les différents stades du sommeil, selon la "profondeur", c'est-à-dire l'intensité d'un stimulus capable de réveiller un dormeur, s'enchaînent dans le temps, depuis le stade I ou sommeil léger de l'endormissement, jusqu'aux stades II, III et IV caractérisés par le ralentissement de la fréquence de l'activité électrique cérébrale d'où le terme de "sommeil lent" (Jouvet, Michel : <i>Eveil, sommeil, rêve</i> : Le courrier du CNRS, https://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/jouvet/jcnrs/print.php)
ÉQUIVALENT	stadij spavanja
Catégorie grammaticale	n.m.
Contexte de l'équivalent (+réf)	Nakon što su Azerinsky i Kleitman 1953. otkrili REM, Dement i Kleitman su 1957. opisali stadije i cikluse spavanja. Ovu strukturu spavanja prihvaćamo i danas, standardizirajući pojedine stadije spavanja po međunarodno prihvaćenim pravilima Rechtschaffena i Kalesa iz 1968. (Hodoba, Danilo: Poremećaji spavanja i budnosti i njihovo liječenje ; Medicus 2002. Vol. 11, No 2, 193 -206)

6.4 Arborescence



7. Conclusion

Le but de ce mémoire de master était de réaliser un travail terminologique sur le domaine et le vocabulaire spécialisé concernant la médecine du sommeil. Nous avons divisé notre mémoire en deux parties : théorique et pratique.

Notre première tâche était de traduire l'article scientifique choisi, *Le sommeil : régulation et phénoménologie* écrit par Marie- Françoise Vecchierini et publié en 2013. Pour obtenir un article qui répond à tous les critères de notre mémoire de master, on a contacté directement l'auteur qui a eu l'extrême gentillesse de nous envoyer plusieurs articles traitant le domaine choisi. On a abordé un problème analogue pendant notre recherche du corpus dans la langue croate, afin de vérifier les termes pertinents. Nous avons appliqué la même tactique et avons sollicité la professeure Adrijana Košćec Bjelajac, qui a aussi eu la gentillesse de nous envoyer des articles écrits en croate. Nous voudrions saisir cette opportunité pour les remercier à tous les deux de l'aide.

Après avoir effectué la traduction de l'article choisi, nous avons appliqué les connaissances de la partie théorique de notre travail pour aborder une analyse terminographique du domaine de la médecine du sommeil. Nous avons bien dépouillé le corpus et on a proposé des fiches terminologiques bilingues, ainsi que le glossaire bilingue et l'arborescence verticale. Ce mémoire comprend encore une brève étude sur la traduction médicale et les difficultés rencontrées en traduisant l'article choisi concernant le domaine de la médecine du sommeil.

En conclusion, nous pouvons confirmer que la production d'un travail terminologique est vraiment exigeante mais aussi intéressante et enrichissante. Nous espérons que notre travail terminologique pourra constituer un point de départ pour d'autres travaux terminologiques comparatifs dans le domaine en question.

8. Bibliographie

Auger, Pierre. 1988. La terminologie au Québec et dans le monde, de la naissance à la maturité dans *L'ère nouvelle de la terminologie*. Québec: Actes du sixième colloque OLF-STQ de terminologie.

Balliu, Christian. 2005. La didactique de la traduction médicale, deux ou trois choses que je sais d'elle. *Meta : journal des traducteurs* vol.50 n° 1 : 67-77.

Cabré, Maria Teresa. 1994. Terminologie et dictionnaires. *Meta : journal des traducteurs*, vol. 39, n° 4 : 589 – 597.

Cabré, Maria Teresa. 1998. *La terminologie, théorie, méthode et application*. Paris : Armand Colin.

Cours Terminologie DESS. Université Paris Diderot Paris 7: http://hosting.eila.univ-paris-diderot.fr/~juilliar/sitetermino/cours/cours_total_deb_john_2003.htm#cours4deb (consultée en septembre 2017).

Depecker, Loic. 2001. *Entre signe et concept : éléments de terminologie générale*. Paris : Presses Sorbonne Nouvelle.

Gouadec, Daniel. 1990. *Terminologie : Constitution des données*. Paris : Afnor.

<http://www.bt-tb.tpsgc-pwgsc.gc.ca/btb-pavel.php?page=chap1-2-5&lang=fra&contlang=fra>
(consultée en septembre 2014)

Jammal, Amal. 1999. Une méthodologie de la traduction médicale. *Meta : journal des traducteurs* vol.44, n° 2: 217 – 237.

Le grand dictionnaire terminologique (GDT) : <http://www.granddictionnaire.com/Resultat.aspx>
(consultée en mai 2016)

Léger, Damien. 2007. Le réveil de la médecine du sommeil. *La revue du praticien*, Vol. 57, 30 septembre : 1518 – 1520.

- Maillot, Jean. 1971. Terminologie et traduction. *Meta : journal des traducteurs*, vol. 16, n° 1-2 : 75-81.
- Massiva, N.Zaifo. 1985. L'arbre de domaine en terminologie. *Meta : journal des traducteurs*, vol.30, n° 2 : 161-168.
- Oraić Tolić, Dubravka. 2011. *Akademsko pismo*. Zagreb: Naklada Ljevak. 509-629.
- Pavel, Silvia et Diane Nolet. 2001. *Précis de terminologie*. Québec : Bureau de la traduction.
- Pavel, Silvia. *Le Pavel : didacticiel de terminologie*. Québec : Bureau de la traduction.
- Robert, Paul. 2009. *Le petit Robert: dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française(nouv.éd.)*. Paris: Le Robert. 2535.
- Roche, Christophe. 2005. Terminologie et ontologie dans *Langages*, La terminologie : nature et enjeux sous la direction de Loïc Depecker, 39e année, n°157 : 48-62.
- Rouleau, Maurice. 1995. La langue médicale : une langue de spécialité à emprunter le temps d'une traduction. *TTR : traduction, terminologie, rédaction*, vol.8, n° 2 : 29-49
- Vecchierini, Marie-Francoise. 2006. Le sommeil : un problème de santé publique. *La Journée du sommeil* organisé par Centre du Sommeil, Hôtel Dieu de Paris APHP et Université de Paris 5.
- Vecchierini, Marie-Francoise. 2013. Le sommeil : régulation et phénoménologie. *Revue des Maladies Respiratoires*, vol. 30, n° 10 : 843-855.
- Hodoba, Danilo. 2002. Poremećaji spavanja i budnosti i njihovo liječenje. *MEDICUS*, vol. 11, n°2 : 193 – 206.
- Košćec, Adrijana, Radošević-Vidaček, Biserka et Marija Bakotić. 2008. Regulacija budnosti i spavanja u adolescenciji : biološki, bihevioralni i socijalni aspekti. *Suvremena psihologija*, vol. 11, n°2 : 223 – 239.
- Đogaš, Zoran et al. 2008. Poremećaji spavanje tijekom spavanja. *Liječnički Vjesnik*, année 130: 69 - 79.

CST – Conférence des Services de traduction des Etats européens. 2014. *Recommandations relatives à la terminologie*. Mise en page et impression : Judith Zaugg. Berne : Chancellerie fédérale, Section de soutien a la communication.

9. Annexe

9.1 Texte original



Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



SÉRIE « SOMMEIL » / Coordonnée par M.-P. d'Ortho et R. Tamisier

Le sommeil : régulation et phénoménologie



Sleep: Regulation and phenomenology

M.-F. Vecchierini

Centre du sommeil et de la vigilance, Hôtel-Dieu, 1, place du Parvis-Notre-Dame, 75181 Paris cedex 04, France

Reçu le 30 août 2010 ; accepté le 3 juin 2013
Disponible sur Internet le 9 novembre 2013

MOTS CLÉS

Sommeil ;
Régulation ;
Processus
homéostatique ;
Processus circadien ;
Phénoménologie
clinique

Résumé Cet article rappelle que l'alternance veille/sommeil est régulée par un processus homéostatique et un processus circadien, endogène, à deux oscillateurs, remis à l'heure par les synchroniseurs externes. Ces deux processus en partie interdépendants s'influencent mutuellement comme le montre le modèle d'autorégulation à deux processus. Un modèle d'inhibition réciproque de deux groupes neuronaux interconnectés, *SP on* et *SP off*, permet de comprendre la récurrence régulière du sommeil paradoxal. L'étude du sommeil a d'abord reposé sur l'observation du sujet et a déterminé les conditions optimales du sommeil (position, conditions externes, durée, besoin) et les conséquences d'un sommeil modifié dans ses horaires ou sa durée. Puis, l'enregistrement du sommeil a permis une classification en stades, selon les figures EEG observées. L'hypnogramme décrit le déroulement d'une nuit de sommeil : endormissement en sommeil lent (N1), puis approfondissement progressif du sommeil lent en stades N2 et N3 avec apparition des *spindles* et ondes lentes amples de plus en plus abondantes, enfin toutes les 90 minutes survenue de sommeil paradoxal. Cet aspect du sommeil de l'adulte se met en place progressivement au cours des deux premières années de la vie, avec une réduction progressive du temps de sommeil, notamment du sommeil paradoxal, le jour puis la nuit et survenue entre 2 et 4 mois des figures EEG (*spindles* puis K complexes), de la différenciation SL léger et profond, avec toutefois une grande abondance du sommeil à ondes lentes.

© 2013 SPLF. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

KEYWORDS

Sleep;
Regulation;
Homeostatic;
Circadian process;
Clinical
phenomenology

Summary This article describes the two-process model of sleep regulation. The 24-hour sleep-wake cycle is regulated by a homeostatic process and an endogenous, 2 oscillators, circadian process, under the influence of external synchronisers. These two processes are partially independent but influence each other, as shown in the two-sleep-process auto-regulation model. A reciprocal inhibition model of two interconnected neuronal groups, "SP on" and "SP off", explains the regular recurrence of paradoxical sleep. Sleep studies have primarily depended on observation of the subject and have determined the optimal conditions for sleep (position,

Adresse e-mail : Marie-francoise.vecchierini@htd.aphp.fr

external conditions, sleep duration and need) and have studied the consequences of sleep deprivation or modifications of sleep schedules. Then, electrophysiological recordings permitted the classification of sleep stages according to the observed EEG patterns. The course of a night's sleep is reported on a "hypnogram". The adult subject falls asleep in non-REM sleep (N1), then sleep deepens progressively to stages N2 and N3 with the appearance of spindles and slow waves (N2). Slow waves become more numerous in stage N3. Every 90 minutes REM sleep recurs, with muscle atonia and rapid eye movements. These adult sleep patterns develop progressively during the 2 first years of life as total sleep duration decreases, with the reduction of diurnal sleep and of REM sleep. Around 2 to 4 months, spindles and K complexes appear on the EEG, with the differentiation of light and deep sleep with, however, a predominance of slow wave sleep.

© 2013 SPLF. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Le sommeil s'inscrit dans un continuum temporel rythmique veille/sommeil et dans une alternance repos/activité. Le sommeil a depuis toujours et dans toutes les civilisations intrigué et fasciné, notamment du fait de l'activité onirique qui l'accompagne, mais l'aventure scientifique de la connaissance du sommeil est relativement récente. L'encéphalite de Von Economo a été le point de départ de recherches fondamentales sur la physiologie des états de vigilance. Ces recherches se sont développées parallèlement aux progrès des techniques neurophysiologiques. L'étude du sommeil a d'abord reposé sur l'observation clinique des sujets pendant leur sommeil. À partir de 1934, grâce aux progrès technologiques des amplificateurs, on a pu enregistrer les rythmes cérébraux, chez l'homme éveillé et endormi. Ainsi, l'étude du sommeil est passée de la simple observation clinique à l'enregistrement électrophysiologique. Quant à la médecine du sommeil, elle est encore plus récente, ayant débuté il y a une cinquantaine d'années. Les connaissances des mécanismes et des pathologies du sommeil reposent sur un dialogue permanent entre les données fondamentales, notamment physiologiques et génétiques, et les observations cliniques. On sait actuellement que chaque état de la vigilance (veille, sommeil lent, sommeil paradoxal) est sous-tendu par le fonctionnement de nombreux réseaux neuronaux mettant en jeu des neuromédiateurs différents. Ces voies neurophysiologiques qui commandent le rythme veille/sommeil sont mises en jeu sous l'influence de l'homéostasie et sous l'influence de l'horloge biologique qui régule de façon circadienne ou ultradienne les états de sommeil ainsi que certaines productions hormonales.

Dans cet article, nous aborderons d'abord les mécanismes de régulation des états de sommeil, puis nous décrirons la phénoménologie clinique et électrophysiologique des états de sommeil et ses concomitants physiologiques.

Les modèles de régulation des états de veille et de sommeil

Le sommeil alterne régulièrement avec l'état de veille et ces deux états de la vigilance sont liés entre-eux. Le sommeil est sous la dépendance de trois modèles de régulation : homéostatique, circadien et ultradien. Un quatrième processus

de régulation est également décrit : l'inertie au réveil qui semble importante dans certaines pathologies.

La régulation homéostatique

La description du processus homéostatique ou processus S date de 1982 par Borbely [1], à la suite d'expériences de privation de sommeil. Cette régulation peut se résumer ainsi : plus la durée de veille est prolongée plus la pression de sommeil est importante, plus le sommeil à ondes lentes est important. Il avait déjà été montré qu'une privation prolongée de sommeil chez le chien, s'accompagnait de la production d'un facteur hypnogène puisque l'injection du LCR de ce chien à un autre animal induisait du sommeil. Le besoin de sommeil augmente au cours de la veille et diminue au cours du sommeil ; le processus homéostatique est accumatif, augmentant pendant la veille jusqu'à un seuil dit « haut » et diminuant pendant le sommeil jusqu'à un seuil dit « bas » (Fig. 1). L'intensité du sommeil peut être jugée par la quantité des ondes lentes sur l'EEG. La quantification des ondes lentes s'effectue par analyse spectrale du signal EEG, ce qui permet de calculer la puissance du signal dans la bande de fréquences des ondes lentes entre 0,5 et 4,5 Hz. La variable S du modèle de Borbely est donc estimée à partir de la puissance spectrale des ondes

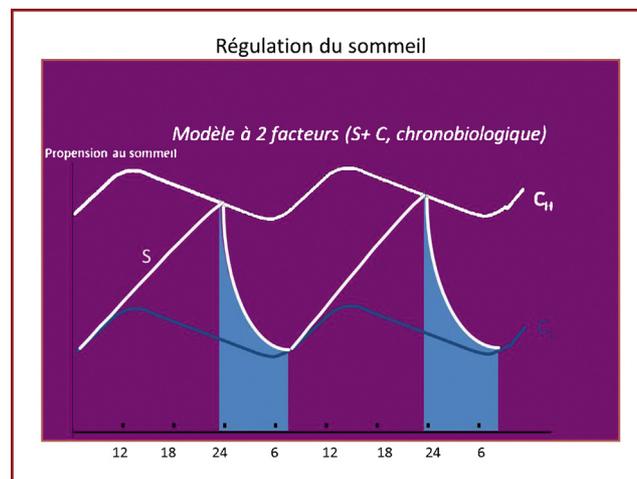


Figure 1. Les deux processus de régulation (homéostatique et circadien) du sommeil normal.

lentes. L'activité en ondes lentes est d'autant plus importante que la durée de veille préalable augmente comme l'ont montré des expériences de privation de sommeil chez l'homme. La privation de sommeil entraîne non seulement une augmentation des fréquences lentes au cours du sommeil mais aussi une augmentation des fréquences thêta dans la veille, parallèlement au degré de fatigue. L'activité thêta de veille est corrélée à l'activité en ondes lentes du sommeil, représentant un même processus homéostatique [2]. Ce processus homéostatique dépend probablement de l'accumulation au cours de la veille d'une substance qui favorise la survenue des ondes lentes, à partir d'un certain seuil. Cette substance pourrait être l'adénosine, produit de dégradation du métabolisme énergétique des cellules cérébrales qui s'accumule pendant la veille. Ainsi, peut-on faire l'hypothèse que, par l'intermédiaire de l'adénosine, il existerait un lien entre métabolisme énergétique cérébral, activité en ondes lentes et fonction réparatrice du sommeil.

Cette activité en ondes lentes est-elle généralisée ou localisée? L'activité en ondes lentes est physiologiquement plus importante au niveau des régions frontales au cours du 1^{er} cycle de sommeil, chez l'homme; or, le lobe frontal est particulièrement sollicité dans la veille lors de tâches complexes. Cette localisation des ondes lentes reflète peut-être un besoin accru de récupération. Enfin, il a été montré tant chez l'homme que dans plusieurs séries animales, qu'il existait une corrélation entre la continuité du sommeil et l'activité en ondes lentes. Le nombre des éveils est en relation inverse avec l'augmentation de la puissance du signal en ondes lentes, après privation de sommeil.

De nombreuses expériences, indépendamment des privations de sommeil, ont validé ce modèle, ainsi les expériences de siestes dans la journée ou l'effet du raccourcissement du temps de sommeil nocturne sur la sieste ou encore l'effet d'une extension de sommeil à différentes phases circadiennes [3]. Ce modèle de régulation du sommeil à ondes lentes ou sommeil lent profond (SLP) ne permet toutefois pas de prédire la durée du sommeil et n'explique pas l'alternance SL-SP. La régulation homéostatique et la régulation circadienne avaient été considérées comme indépendantes sur les résultats d'expériences de lésion du noyau suprachiasmatique supprimant la régulation circadienne mais laissant persister la régulation homéostatique ou d'expériences de suppression pharmacologique du SP qui laissent persister le processus homéostatique ou encore d'expériences de manipulation du rythme circadien par la lumière qui laisse persister intacte la régulation homéostatique. On sait maintenant qu'il existe une influence étroite, réciproque de ces deux modèles au niveau moléculaire, certains gènes de l'horloge intervenant dans les deux processus de régulation [4,5].

- Plus la durée de veille est prolongée plus la pression de sommeil est importante, plus le sommeil à ondes lentes est important.
- L'intensité du sommeil est estimée par la quantité des ondes lentes sur l'EEG.

- La privation de sommeil augmente d'une part, les fréquences lentes au cours du sommeil, d'autre part, les fréquences thêta dans la veille, parallèlement au degré de fatigue.
- Il existerait un lien entre métabolisme énergétique cérébral et donc accumulation d'adénosine, activité en ondes lentes et fonction réparatrice du sommeil.
- L'activité en ondes lentes est prédominante dans les zones particulièrement sollicitées au cours de la veille.
- Au cours du sommeil, le nombre des éveils diminue quand la puissance du signal en ondes lentes augmente.
- Il existe une relation étroite, par des mécanismes moléculaires, entre régulation homéostatique et régulation circadienne.

La régulation circadienne ou processus circadien ou C

Circadien signifie autour *circa* des 24 heures *dies*. Un rythme circadien peut être modélisé selon une sinusoïde sur laquelle on peut calculer différents paramètres, notamment son amplitude, sa valeur maximale, minimale ou moyenne (mésor), sa période ou sa fréquence, ce qui permet des données chiffrées des rythmes.

La rythmicité circadienne existe dans toutes les espèces et concerne de très nombreuses variables physiologiques, non seulement l'alternance veille/sommeil (V/S) mais aussi le rythme de la température et de production de nombreuses hormones. Les alternances jour/nuit et veille/sommeil sont connues depuis longtemps. Il a fallu attendre les expériences d'isolement temporel, en obscurité (en isolant des hommes dans des grottes ou des bunkers), pour montrer que la régulation du rythme veille/sommeil était endogène et non pas seulement liée à l'alternance jour/nuit. La périodicité endogène du rythme V/S est différente de 24 heures, le plus souvent un peu supérieure vers 24,18 heures. Enfin, ces expériences ont montré qu'il existait des relations de phase entre différents rythmes et notamment entre les rythmes V/S et celui de la température. En début d'expérience, la périodicité du rythme V/S suit celle de la température (autour de 24,1 à 24,8 heures); le sommeil survient sur la phase descendante de la température interne et le réveil sur la phase ascendante de la température. Quand l'expérience d'isolement se poursuit plus longtemps, les rythmes prennent des périodes différentes, c'est la désynchronisation interne. Le rythme de la température reste fixé à sa valeur endogène et garde une période très stable alors que celle du rythme V/S varie largement (26 à 36 heures voire plus). Ces résultats ont été analysés comme l'expression de deux oscillateurs différents (Fig. 2).

On sait que chez les mammifères les rythmes sont générés dans les noyaux suprachiasmatiques (NSC) dont

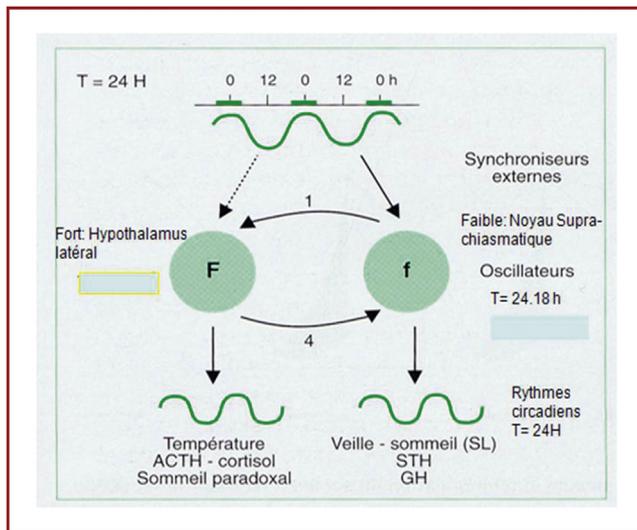


Figure 2. Le modèle de régulation circadien du sommeil à deux oscillateurs.

chaque cellule exprime une activité circadienne neuronale, métabolique et contient tous les éléments du fonctionnement de l'horloge. Le fonctionnement de l'horloge est dû à l'expression rythmique de l'activité de certains gènes et à la production de certaines protéines dont le taux varie en fonction du temps. Le NSC chez l'homme joue le rôle d'horloge biologique ou oscillateur dit « faible » ayant sous sa dépendance le rythme V/S et celui de certaines hormones (prolactine, hormone de croissance). Le deuxième oscillateur, dit fort, a sous sa dépendance le rythme de la température, du SP, du cortisol et de la mélatonine ; il est situé dans l'hypothalamus latéral. Ces deux oscillateurs sont couplés entre-eux et leur période endogène est ramenée à 24 heures grâce aux synchroniseurs externes dont le principal est l'alternance lumière/obscurité mais aussi les heures de coucher et de lever, les activités socio-professionnelles, les heures de repas... L'oscillateur faible se dérègle facilement, comme on l'a vu dans les expériences d'isolement temporel et comme on peut le constater lors des voyages trans-méridiens. En conditions normales, la lumière perçue dans la journée est le principal synchroniseur de l'horloge biologique sur 24 heures. Elle inhibe la production de la mélatonine produite physiologiquement par la glande pinéale à l'obscurité. On connaît bien maintenant les voies nerveuses rétinienne, visuelles et non visuelles, ces dernières à partir des cellules ganglionnaires à mélanopsine, particulièrement sensibles à la lumière bleue [6], qui conduisent la lumière de la rétine au noyau supra-chiasmatique puis à la glande pinéale qui agit en retour sur l'activité circadienne des NSC. De plus, les NSC ont certains neurones actifs à l'installation de la lumière et d'autres actifs à l'obscurité. Ces activités neuronales sont transmises à la glande pinéale qui en retour, par la sécrétion de la mélatonine, peut informer l'organisme de la survenue de la nuit et de sa durée. Ce système permet de comprendre que de nombreuses fonctions physiologiques soient synchronisées avec l'alternance jour/obscurité. Toutefois, ce modèle simplifié est encore plus complexe depuis que l'on a montré l'existence d'horloges périphériques, autonomes du NSC.

- La rythmicité circadienne concerne non seulement le sommeil mais aussi de très nombreuses variables physiologiques.
- La régulation du rythme veille/sommeil est endogène et pas seulement liée à l'alternance jour/nuit.
- La périodicité endogène du rythme V/S est de 24,18 heures.
- Dans les conditions normales, il existe une relation entre les rythmes V/S et celui de la température mais, en cas d'isolement prolongé, ces rythmes se désynchronisent : le rythme de la température reste fixe et le rythme V/S varie notablement.
- Il existe, dans l'organisme, deux oscillateurs différents : le premier, localisé dans le NSC, dit « faible », a sous sa dépendance le rythme V/S et celui de certaines hormones (prolactine, hormone de croissance) ; le deuxième, dit fort, localisé dans l'hypothalamus latéral, a sous sa dépendance le rythme de la température, du SP, du cortisol et de la mélatonine.
- Ces deux oscillateurs sont couplés entre-eux et leur période endogène est de 24 heures sous l'effet des synchroniseurs externes dont le principal est la lumière perçue dans la journée.

Modèle d'autorégulation à deux processus

Un modèle d'autorégulation à deux processus a été proposé pour réunir ces deux types de régulation du sommeil (Fig. 1) : la régulation circadienne vient moduler de façon périodique les deux seuils haut et bas de la régulation homéostatique des états de V et de S. L'homéostasie régule surtout le sommeil lent alors que la régulation circadienne influence surtout le sommeil paradoxal. Les processus homéostatique et circadien sont en opposition de phase ce qui permet de comprendre que l'on puisse rester éveillé quelques 16 heures consécutives. En fin de soirée, le processus circadien de veille est élevé et confère un bon éveil s'opposant à la régulation homéostatique.

Un processus ultradien contrôle l'alternance SL-SP

L'activité non SP-SP ou *non-REM-REM cycle* est générée par l'interaction réciproque de deux groupes neuronaux interconnectés, selon le modèle de McCarley et Massaquoi [7]. Un groupe de neurones *SP on* est localisé dans la formation réticulée pontique et le *locus coeruleus* alpha ; l'autre groupe de neurones *SP off*, est localisé dans le *locus coeruleus* et le noyau dorsal du raphé. L'activité alternée de ces deux groupes de neurones interconnectés et à action inverse, selon une relation temporelle réciproque, explique l'alternance non SP-SP.

Processus W ou processus d'inertie du réveil

La vigilance au réveil peut varier d'un jour à l'autre ou d'un individu à l'autre. Cette variabilité dans la vigilance dépend de l'inertie du réveil, surtout en cas de réveil forcé. Cette inertie du réveil ou processus W dévie transitoirement le processus S et peut diminuer la performance du sujet au

réveil. Cette inertie au réveil est surtout importante dans certaines pathologies, comme l'hypersomnie idiopathique.

La connaissance de ces modèles de régulation du sommeil a non seulement un intérêt scientifique mais a un intérêt pratique pour la compréhension et la prise en charge de la gestion du sommeil « physiologique » (règles d'hygiène de sommeil) et dans certaines pathologies comme les troubles circadiens ou certaines insomnies.

- L'inertie du réveil est la baisse de la vigilance au moment du réveil et elle est plus importante quand le réveil est forcé.

La phénoménologie clinique des états de veille et de sommeil

L'état d'un sujet endormi se caractérise par une inactivité associée à une diminution de la conscience et à une réduction de la réactivité aux événements et stimulations de l'environnement. Cet état est réversible, spontanément ou sous l'effet de stimulations suffisamment intenses ; aussi, le sommeil se différencie-t-il d'un état d'anesthésie ou de coma. L'étude clinique du sommeil a commencé par l'observation des êtres humains en train de dormir.

Chez l'adulte

L'homme adulte qui décide de dormir, choisit une position favorable au sommeil. Il s'allonge habituellement dans un lit, dans une attitude de relâchement musculaire. Il adopte souvent une position qui lui est personnelle pour s'endormir (position en chien de fusil pour certains, décubitus ventral oreiller dans les bras pour d'autres...). Quelle que soit la température extérieure, il est conseillé de dormir dans une atmosphère fraîche de 18 à 20 °C. En périodes froides, il s'abrite sous des draps et couvertures qui réalisent une véritable niche thermique, aident au maintien de l'homéothermie et permettent la rythmicité circadienne normale de la température interne avec la baisse physiologique de celle-ci au moment de l'endormissement. L'obscurité est également recommandée pour permettre l'action de synchronisation et hypnogène de l'hormone mélatonine. Une ambiance bruyante est à éviter. Les bruits, selon leur intensité, provoquent une réactivité de l'organisme dans un ordre hiérarchique : simple réponse neurovégétative (accélération du rythme cardiaque) puis réaction vasomotrice, réaction électrodermale, survenue de micro-éveils (purement électrophysiologiques) et enfin, activation avec réponse motrice adaptée.

La durée du sommeil est étudiée par des enquêtes ou par des questionnaires sur des échantillons de sujets représentatifs de la population générale. Elle tend à diminuer lentement mais régulièrement au fil des années ; elle est actuellement de 7 heures 13 minutes en moyenne en France et de seulement de 6 heures 58 en semaine, avec 33% de la population de 18 à 55 ans qui dort moins de 7 heures, alors qu'elle était de 7 heures 50 minutes \pm 1 heure dans les

années 1980 [8,9]. Le besoin de sommeil est proche de 8 heures, assez stable et essentiel pour l'organisme, alors que la diminution de la durée de sommeil semble être liée aux contraintes de la vie. Il existe aussi des variations interindividuelles spontanées dans la durée de sommeil permettant de décrire des courts dormeurs dont la durée de sommeil oscille entre 4,5 heures et 6,5 heures et des longs dormeurs, dont la durée de sommeil varie de 8,5 heures à 10 heures. Il existe des familles de courts et de longs dormeurs témoignant du caractère en partie génétique de la durée de sommeil. Des expériences de privation de sommeil ont montré que les longs dormeurs ont un sommeil plus rigide et plus sensible au facteur « heure de la journée ». La durée de sommeil varie peu avec l'âge, diminuant légèrement entre 20 et 70 ans [10,11]. Au-delà de 70 ans, la variabilité dans la durée de sommeil est plus grande, avec une augmentation des longs et des courts dormeurs. Le sexe a également une influence ; les hommes dorment moins que les femmes aux âges moyens de la vie mais plus qu'elles quand ils sont jeunes ou âgés. Il existe également des différences entre pays ; la durée de sommeil est un peu plus longue dans les pays d'Europe du Nord que du Sud et un peu plus longue en Europe comparativement aux États-Unis [9]. Enfin, la qualité subjective du sommeil, indépendamment de l'âge, est corrélée à la durée de sommeil. Les sujets qui se décrivent comme mauvais dormeurs dorment moins longtemps.

Les horaires du sommeil physiologique se situent la nuit. Ils sont assez stables les jours travaillés avec une heure de coucher entre 22 et 23 heures et une heure de lever imposée par les horaires de travail, entre 6 heures 30 et 7 heures 30, le plus souvent. Ces horaires sont très influencés par les obligations de la vie. Pour étudier les différences interindividuelles dans la typologie du sommeil, on fait appel à un questionnaire spécial [12] et à des agendas du sommeil en périodes de vacances, à un moment où les sujets sont libres de leur emploi du temps. Ces outils ont permis de distinguer des « sujets du matin » qui se couchent tôt, se lèvent tôt, se réveillent alertes et des « sujets du soir » qui se couchent tard et se lèvent tard ; la période circadienne spontanée de sommeil étant sans doute plus courte chez les sujets du matin et plus longue chez les sujets du soir, sans variation dans la durée de sommeil. Certains chronotypes extrêmes sont associés à des polymorphismes au niveau des gènes impliqués dans l'horloge circadienne, comme le gène *PER3* par exemple. Mais ces différences dans les horaires de sommeil seraient dues aussi à des modifications de rapport de phase des différents rythmes entre-eux ; ainsi, chez les sujets du matin, le pic d'éveil survient plus tôt que celui de la température alors qu'ils sont en phase chez les sujets du soir. Les sujets âgés tendent à se coucher et à se réveiller plus tôt. Par ailleurs, de nombreux sujets, du fait de rythmes de travail particuliers (travailleurs de nuit, horaires alternants...), sont amenés à dormir le matin ou à faire des siestes. Le sommeil du matin est bref (4 à 5 heures en moyenne), de structure souvent inhabituelle et ressenti comme peu satisfaisant. Toutes les expériences de sommeil décalé montrent que le meilleur sommeil survient entre minuit et 6 heures du matin et assure la meilleure récupération à l'organisme, montrant ainsi l'importance de l'heure dans la détermination de la durée et de la qualité subjective du sommeil. Le sommeil est normalement continu sans éveil

conscient malgré la présence physiologique d'éveils électro-encéphalographiques. Avec le vieillissement, le nombre et la durée des éveils tendent à augmenter. Le réveil est plus précoce, traduction d'une certaine fragilité de la structure du sommeil secondaire à l'interaction entre la réduction de la pression de sommeil et baisse de la force du signal circadien.

Les expériences de sommeil fragmenté chez des sportifs, comme les navigateurs, lors de compétitions prolongées, ont montré que le sommeil polyphasique permettait de lutter contre la réduction du temps de sommeil en gardant un niveau de performance correcte. Le sommeil « polyphasique », selon un rythme de 4 heures quand c'est possible, permet de récupérer et de maintenir une vigilance proche de la normale pendant quelques jours.

Enfin, beaucoup de sujets aimeraient réduire leur temps de sommeil. Le sommeil raccourci ou réduit a donné lieu à quelques expériences contrôlées, chez des étudiants. La diminution progressive du temps de sommeil est possible, avec seulement un certain degré de fatigue dans la journée, jusqu'à une durée de 4,5 à 5 heures; noyau dur au-dessous duquel il n'est pas possible de descendre sans conséquences diurnes insupportables. Un an après l'expérience, les sujets avaient conservé un temps de sommeil plus court de 1 à 2,5 heures. Toutefois, les travaux actuels montrent qu'une privation chronique de sommeil serait nuisible pour l'individu tant sur le plan cognitif que sur le plan cardiovasculaire et métabolique, surtout si le temps de sommeil est inférieur à 6 heures [13–15].

- La durée de sommeil sur les 24 heures varie peu avec l'âge, diminuant légèrement entre 20 et 70 ans.
- On distingue les « sujets du matin » qui se couchent tôt et se lèvent tôt et les « sujets du soir » qui se couchent tard et se lèvent tard; ces différences dans les horaires de sommeil s'expliqueraient par des modifications de rapport de phase des différents rythmes entre-eux.
- Le sommeil le plus récupérateur a lieu entre minuit et 6 heures du matin.
- Cliniquement, un bon sommeil est continu, sans éveil conscient, mais il existe physiologiquement des éveils électro-encéphalographiques.
- Le nombre et la durée des éveils augmentent avec le vieillissement.
- Il est possible de réduire la durée du sommeil sans conséquences majeures sur le degré de fatigue dans la journée, jusqu'à une durée de 4,5 à 5 heures; au-delà, la fatigue devient notable.
- Une privation même modérée de sommeil semble nuisible tant sur le plan cognitif que cardiovasculaire et métabolique.
- Le besoin idéal de sommeil est proche de 8 heures mais la durée effective est en fait moindre, du fait des contraintes de la vie, et il existe des « courts » et des « longs » dormeurs.

- L'enregistrement de l'EEG, de l'EOG, de la tonicité axiale au niveau des muscles du menton permettent de coder le sommeil.
- D'autres paramètres notamment respiratoires sont souvent enregistrés simultanément.

Au cours de l'ontogénèse

L'observation des nouveau-nés a permis à Roffwarg et al. [16] puis à Prechtl [17] de décrire plusieurs stades comportementaux de la vigilance, dès la naissance: veille avec agitation ou cris ou veille active, veille calme et deux états de sommeil, sommeil calme et sommeil agité. Le sommeil calme est un état au cours duquel le bébé est immobile, allongé dans une position assez stable, les poings serrés, les bras pliés de part et d'autre du thorax, inexpressif, yeux fermés sans mouvements oculaires ni corporels, respirant régulièrement et lentement. Cet état contraste et alterne avec un sommeil au cours duquel l'enfant présente des mouvements corporels globaux ou des membres et des mouvements fins, moins visibles, des doigts et orteils. À ces mouvements du corps s'ajoutent de nombreux mouvements oculaires et du visage. Le visage du nouveau-né est très expressif et peut déjà exprimer les six émotions fondamentales décrites chez l'adulte [18]. Ces mouvements surviennent sur un fond d'atonie musculaire. La respiration est plus rapide qu'en sommeil calme, irrégulière avec quelques pauses respiratoires centrales brèves. Le rythme cardiaque est également rapide et irrégulier. Sommeil calme et sommeil agité sont supposés être les précurseurs du sommeil lent et du sommeil paradoxal de l'adulte, dont ils ont les mêmes caractéristiques.

La durée du sommeil au cours des 24 heures est de 16 heures en moyenne mais la variabilité interindividuelle est grande, de 14 à 20 heures. Le temps de sommeil va diminuer progressivement pour atteindre 15 heures vers 3 à 6 mois; puis 14 heures à 1 an; puis 12 heures vers 3 à 5 ans et 10 heures vers 10 à 12 ans, enfin 8 heures à l'adolescence comme chez l'adulte. Plus l'enfant est jeune, plus la variabilité interindividuelle de la durée du sommeil est grande ($\pm 2,5$ heures à 6 mois), contrastant avec une forte stabilité intra-individuelle [19]. Le suivi de trois cohortes d'enfants pendant 17 ans, à partir de 1974, 1979 et 1986 confirme l'évolution du temps de sommeil avec l'âge mais de façon intéressante montre que le temps de sommeil diminue, de génération en génération, à tous les âges mais surtout chez les plus jeunes, du fait d'un coucher plus tardif [20]. Dès l'enfance, il existe des courts et des longs dormeurs; la variabilité du temps de sommeil est la plus importante pour le sommeil de jour.

Les horaires de veille et de sommeil: à la naissance, les passages de sommeil et de veille alternent selon un rythme ultradien de période variable mais prédominant autour de 4 heures; ce rythme endogène, est indépendant de l'alternance jour-lumière/nuit-obscureté. Il suit le rythme des prises alimentaires mais en est également indépendant. Il existe dès cet âge une phase de veille un peu plus importante le jour et un temps de sommeil un peu plus long la nuit. Au cours des premiers mois de vie, les phases de sommeil s'allongent progressivement la nuit et à

l'âge de 6 mois, on observe une période continue de 6 heures de sommeil. Dès l'âge de 6 mois, les périodes d'éveil les plus longues surviennent à heure fixe, le jour, notamment les périodes de veille calme au cours desquelles le bébé s'intéresse au monde extérieur et les périodes de sommeil les plus longues, la nuit. Une régulation homéostatique peut être observée : la période de sommeil la plus longue survient après la période de veille la plus longue [21]. Dans la journée, le sommeil s'organise autour de trois moments préférentiels ou siestes, le matin, en début puis en fin d'après-midi. Vers l'âge d'un an, ces modifications aboutissent à une phase de sommeil nocturne de 12 heures et à deux siestes dans la journée, le matin et en début d'après-midi. La diminution du temps de sommeil diurne explique la diminution du temps de sommeil sur les 24 heures. Vers 18 mois, la sieste de matinée disparaît au profit d'une sieste de début d'après-midi un peu plus longue. Enfin, vers 4/5 ans, le sommeil de jour disparaît totalement soit spontanément soit sous l'influence des contraintes scolaires. Puis, la durée du sommeil de nuit va elle-même diminuer progressivement.

- Chez le nouveau-né, on distingue plusieurs stades de vigilance : veille active, veille calme, sommeil agité, sommeil calme.
- Sommeil calme et sommeil agité seraient les précurseurs du sommeil lent et du sommeil paradoxal de l'adulte.
- La durée du sommeil à la naissance est de 16 h/j en moyenne, puis elle diminue progressivement pour atteindre 15 heures vers 3 à 6 mois, 14 heures à 1 an, 12 heures vers 3 à 5 ans, 10 heures vers 10 à 12 ans et 8 heures à l'adolescence.
- Dès l'enfance, il existe des courts et des longs dormeurs.

Électrophysiologie du sommeil normal

Chez l'adulte

La possibilité d'enregistrer l'activité électrique cérébrale a permis de compléter l'étude observationnelle de l'homme éveillé et endormi et a jeté les bases de l'étude électrophysiologique du sommeil. Loomis et al. [22] ont décrit à partir de l'aspect EEG, cinq stades de sommeil tels qu'ils apparaissent après l'endormissement et ont les premiers décrit, grâce à une électrode oculaire, les mouvements oculaires lents de l'endormissement. Puis en 1953, Aserinski et Kleitman [23] ont décrit les mouvements oculaires rapides, en séquences, accompagnant « un niveau particulier de l'activité corticale survenant normalement pendant le sommeil ». En réveillant les sujets au moment des mouvements oculaires, ils ont noté que 20 fois sur 27, le sujet racontait un rêve à caractère visuel, alors que 19 fois sur 23, le sujet n'avait aucun souvenir de rêves lors des périodes de quiescence oculaire ; ils ont donc les premiers fait l'association entre cet état particulier et l'activité onirique.

En 1957, Dement et Kleitman [24] établissent une classification des stades de sommeil reposant sur l'analyse de l'électroencéphalographie (EEG) et de l'électrooculographie (EOG) chez des sujets témoins enregistrés toute la nuit. Cette classification en quatre stades avait pour particularité de distinguer un stade 1 « descendant » (endormissement) et un stade 1 « ascendant » avec mouvements oculaires rapides. Ce n'est qu'en 1959, que Jouviet et Michel [25] notent chez le chat la survenue d'une atonie musculaire alors que le tracé EEG était peu volté et que l'animal dormait profondément. L'atonie musculaire est retrouvée aussi chez l'homme et permet d'individualiser le stade du sommeil paradoxal, comportant une activité EEG proche de celle du stade 1 de l'endormissement, des mouvements oculaires rapides (MOR), une atonie musculaire et une activité mentale onirique. Malgré la description des stades de sommeil, une harmonisation dans le codage des stades de sommeil entre les laboratoires était nécessaire et ce travail fut accompli par Retschaffen et Kales en 1968 avec la publication d'un manuel précisant les conditions d'enregistrement et les critères pour scorer les différents stades de sommeil [26]. Ces règles ont été revues et un peu modifiées en 2007, par l'American Academy of Sleep Medicine (ASDA) [27].

Règles d'enregistrement de la polysomnographie

La polysomnographie est l'enregistrement simultané de plusieurs paramètres physiologiques au cours du sommeil. Trois paramètres au minimum sont nécessaires pour coder le sommeil : l'EEG, l'EOG et le tonus musculaire axial enregistré au mieux au niveau des muscles du menton. Les règles d'enregistrement de ces trois paramètres sont bien codifiées. Pour enregistrer l'activité électrique cérébrale, il faut au minimum trois électrodes en frontal FP1 ou FP2, en rolandique C3 ou C4 et en occipital O1 ou O2. Ces électrodes, placées selon le système 10/20 utilisé en EEG, sont référencées à une électrode indifférente placée le plus souvent sur la mastoïde controlatérale ; à titre d'exemple Fp1-A2, C3-A2, O1-A2 ; Fp2-A1, C4-A1, O2-A1. Les électrodes sont habituellement des électrodes cupules emplies de pâte conductrice, permettant une bonne adhésion au cuir chevelu. Le tonus musculaire est enregistré sur une voie, par trois électrodes de surface collées, l'une en regard des muscles de la houppe du menton, 1 cm au-dessus du bord inférieur du maxillaire, sur la ligne médiane et les autres 2 cm au-dessous, l'une 2 cm à droite et l'autre 2 cm à gauche de la ligne médiane. L'enregistrement est bipolaire, entre l'électrode au-dessus et une des électrodes au-dessous de la mandibule ; la troisième électrode ne sert qu'en cas de défection d'une des deux autres. Les mouvements oculaires (MO) de chaque œil sont enregistrés sur deux dérivations, par des électrodes fixées 1 cm en latéral et au-dessous de l'œil gauche et 1 cm en latéral et au-dessus de l'œil droit, référencées à A1 ou à A2. En plus de ces paramètres obligatoires pour reconnaître les stades de sommeil, il est très souvent nécessaire d'enregistrer les paramètres respiratoires, l'électrocardiogramme et des activités musculaires, comme celles des jambiers antérieurs.

Analyse visuelle de l'architecture du sommeil de l'adulte

La macrostructure

Trois états de la vigilance sont connus : la veille, le sommeil lent (SL) ou *non-REM sleep* (N) et le sommeil paradoxal (SP) ou *REM sleep* (R). La veille peut être active, les yeux sont ouverts, l'activité EEG rapide et de faible voltage, des MO et des mouvements des paupières sont enregistrés ; la veille devient calme avant l'endormissement et est caractérisée les yeux fermés par une activité alpha de 8 à 12 c/s en regard des régions occipitales, par la présence d'un tonus musculaire et l'absence de MOR. Puis quand le sujet s'endort ou stade N1 du SL, l'activité EEG se ralentit, l'alpha se fragmente remplacé progressivement par une activité thêta de 2 à 7 c/s de plus en plus abondante et continue, le tonus musculaire est toujours présent et il survient des MO lents (fréquence < 1 Hz, avec une déflexion initiale > 500 ms) et de façon inconstante des pointes vertex (ondes lentes pointues, parfois amples [jusqu'à 200 µV], maximum au vertex mais visibles aussi en regard des régions rolandiques). Le stade N2 est caractérisé par l'apparition de fuseaux de sommeil ou *spindles*, trains de rythmes rapides de 12 à 16 Hz, en séquences d'au moins 0,5 secondes de durée, d'amplitude maximale en regard des régions centrales et de complexes K, ondes amples, diphasiques (la première onde est négative, rapide et ample ; la seconde est positive, plus lente et moins ample), de durée > 0,5 secondes. Ces figures, caractéristiques de ce stade, surviennent de façon répétée sur un fond de tracé constitué de fréquences mixtes, d'éléments thêta surtout et de quelques ondes lentes (< 20%). Le tonus musculaire est toujours présent, habituellement moins important que dans la veille calme. Il n'y a pas de MO. Ces stades 1 et 2 du sommeil constituent le SL léger. Puis physiologiquement, le sommeil s'approfondit en un SL profond ou stade N3 ou sommeil à ondes lentes ou *slow wave sleep* caractérisé par la présence d'ondes lentes de 0,5 à 2 Hz, d'amplitude > 75 µV, maximale en frontale, présentes pendant plus de 20% de la durée de l'époque. Il n'y a pas de MO ; il persiste un tonus musculaire souvent de faible amplitude. Le sommeil paradoxal ou stade R, a un aspect très différent de celui du sommeil lent. L'EEG est constitué de fréquences mixtes proches de celle du stade N1, avec la résurgence de séquences de bouffées d'alpha et avec aussi de rythmes rapides de faible amplitude. Des éléments thêta, caractéristiques de ce stade mais inconstants, sont visibles sous forme d'ondes triangulaires ou en dents de scie. Des MOR isolés ou en salves surviennent sous les paupières closes. Le tonus musculaire est aboli ou très faible, plus faible que ce qui est enregistré dans les autres stades de sommeil. Le SP est scoré sur ces 3 critères : EEG, atonie musculaire et MOR. Sur ce fond d'atonie musculaire ou de tonus musculaire extrêmement faible surviennent des *twitches* correspondant à de brèves réafférentations phasiques et se traduisant par des décharges musculaires des extrémités ou du visage. Ainsi, peut-on parler de sommeil paradoxal phasique, instantané (MO, ondes en dents de scie et *twitches*) par opposition au sommeil paradoxal tonique, durable, comprenant l'activité EEG et l'abolition du tonus musculaire. Il est recommandé de scorer les stades de sommeil par époques de 30 secondes.

Chez l'adulte, l'endormissement se fait en sommeil lent. Le stade N1 ne dure physiologiquement que quelques minutes puis surviennent une phase de sommeil lent léger puis profond, auxquelles succède une phase de sommeil paradoxal. Les deux phases SL et SP constituent un cycle de sommeil ; 4 à 6 cycles de sommeil sont enregistrés au cours d'une nuit. Le SP revient toutes les 90 minutes. Les cycles de sommeil de début de nuit sont riches en SLP, alors que le SP est bref, celui du premier cycle ne durant que quelques minutes. Le premier cycle se termine souvent par un mouvement corporel global ou par un bref éveil. Les derniers cycles sont riches en SP alors que le SLP a habituellement disparu. La succession des stades de sommeil et leur durée respective sont portées sur un hypnogramme. La durée du sommeil paradoxal représente un pourcentage fixe, de 18 à 23%, de la durée du sommeil. Le stade N1 représente 5% du temps de sommeil, le stade N2 autour de 50% et le stade N3 de 15 à 20%. Plus importante est la notion de durée du sommeil lent profond qui est de 90 à 120 minutes, chez un adulte jeune, quelle que soit la durée totale du sommeil.

- On distingue trois stades de vigilance : veille, sommeil lent (SL) ou *non-REM sleep* (N) et sommeil paradoxal (SP) ou *REM sleep* (R).
- Au cours de la veille, les yeux sont ouverts, l'activité EEG rapide et de faible voltage, et on enregistre des mouvements oculaires et des mouvements des paupières, puis la veille devient calme avant l'endormissement, avec yeux fermés, activité alpha de 8 à 12 c/s en regard des régions occipitales, présence d'un tonus musculaire et absence de mouvements oculaires rapides.
- Lors de l'endormissement ou stade N1 du SL, l'activité EEG se ralentit, l'alpha se fragmente pour passer à une activité thêta, le tonus musculaire persiste et apparaissent des mouvements oculaires lents et inconstamment des pointes vertex.
- Au stade N2 apparaissent des fuseaux de sommeil ou *spindles*, et des complexes K, sur un fond de tracé constitué de fréquences mixtes, d'éléments thêta surtout et de quelques ondes lentes ; le tonus musculaire persiste et il n'y a pas de mouvements oculaires.
- Apparaît ensuite le SL profond ou stade N3 ou sommeil à ondes lentes ou *slow wave sleep*, pas de mouvements oculaires et un tonus musculaire de faible amplitude.
- Le sommeil paradoxal ou stade R prend un aspect proche de celle du stade N1, avec résurgence de séquences de bouffées d'alpha et rythmes rapides de faible amplitude et inconstamment des éléments thêta triangulaires caractéristiques de ce stade ; on note des mouvements oculaires rapides et un tonus musculaire aboli ou très faible, ainsi que des *twitches* se traduisant par des décharges musculaires des extrémités ou du visage.

- On distingue le sommeil paradoxal phasique, instantané (mouvements oculaires, ondes en dents de scie et *twitches*) et le sommeil paradoxal tonique, durable, comprenant l'activité EEG et l'abolition du tonus musculaire.
- Le cycle de sommeil est constitué des deux phases SL et SP, et 4 à 6 cycles sont enregistrés au cours d'une nuit.
- Le pourcentage de durée du sommeil paradoxal est de 18 à 23% de la durée du sommeil, celui du stade N1 5%, celui du stade N2 autour de 50% et la durée du stade N3 autour de 100 minutes.

La microstructure

Il s'agit de l'analyse d'événements phasiques non pris en compte dans l'analyse visuelle de la macrostructure ; les micro-éveils et le *cyclic alternating pattern* ou CAP. La reconnaissance des micro-éveils repose sur des règles précises éditées par un groupe d'experts en 1992 et non modifiées en 2007 [28]. Un micro-éveil est défini comme un changement abrupt de fréquences EEG, que ce soit des fréquences thêta, alpha ou des fréquences rapides de plus de 16 Hz (à l'exception des *spindles*), qui dure au minimum 3 secondes, avec obligatoirement une augmentation du tonus musculaire lors du SP. Ces micro-éveils corticaux se rencontrent au cours du sommeil normal mais aussi dans plusieurs pathologies (SAOS, Mouvements périodiques de jambes...) et traduisent la fragmentation du sommeil. Le CAP a d'abord été considéré comme une composante physiologique du SL. Puis, le CAP a été décrit précisément avec deux phases A et B ; la phase A est celle d'activation, avec augmentation du tonus musculaire et activation du système nerveux végétatif ; la phase B est la phase de désactivation, avec réduction des activités neurovégétatives et musculaires. La phase A présente trois sous-types : A1 comportant des bouffées d'ondes delta et de séquences de complexes K ; A2 est un mélange de rythmes lents et rapides et A3 présente essentiellement des rythmes rapides. Entre deux CAP survient une phase de stabilité neurovégétative et du tonus musculaire [29]. Au cours de la phase tonique stable, peuvent survenir des micro-éveils interrompant le NREM tonique ou NCAP. L'interaction entre les phases de CAP et de NCAP est importante pour comprendre ce qui revient à des micro-éveils physiologiques et ce qui est de l'ordre du pathologique. Une étude a montré une relation statistiquement significative entre les micro-éveils scorés selon l'ASDA et les sous-types A2 et A3 des CAP [30]. Le nombre des CAP augmente chez le sujet âgé ; il diminue lors des nuits de récupération après privation de sommeil avec une bonne corrélation entre la baisse des CAP de sous-type A3 et celle des micro-éveils scorés selon les règles de l'ASDA.

Au total, l'analyse d'une nuit de sommeil permet de déterminer : le temps passé au lit, la période de sommeil (entre endormissement et réveil), le temps total de sommeil (durée de la période de sommeil diminuée de la durée des éveils), la latence d'endormissement (temps qui s'écoule entre l'extinction des lumières et la première époque d'un stade de sommeil), la latence du 1^{er} SP, la durée de chaque stade de sommeil et le % de chaque stade en fonction de

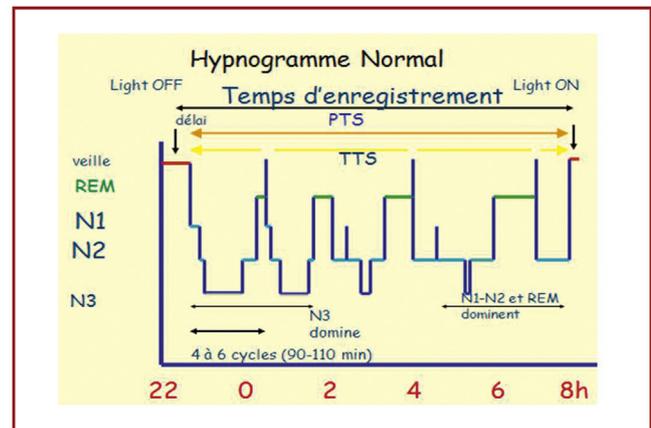


Figure 3. Exemple d'un hypnogramme : structure normale du sommeil d'un sujet adulte jeune. Figure prêtée par le professeur J. Paquereau.

la durée du temps de sommeil total, le nombre et la durée des cycles de sommeil, la durée de la veille intra-sommeil, l'index de micro-éveils ou nombre de micro-éveils par heure de sommeil (Fig. 3).

- Le micro-éveil est un changement abrupt de fréquences EEG des fréquences thêta, alpha ou des fréquences rapides de plus de 16 Hz, qui dure au minimum 3 secondes, avec obligatoirement une augmentation du tonus musculaire lors du SP.
- Le CAP (*cyclic alternating pattern*) comporte deux phases A et B ; la phase A est celle d'activation, avec augmentation du tonus musculaire et activation du système nerveux végétatif, et la phase B celle de désactivation, avec réduction des activités neurovégétatives et musculaires.

Analyse automatique du sommeil

Elle est rendue nécessaire pour essayer de réduire le temps d'analyse des enregistrements par le médecin, compte tenu de l'augmentation croissante du nombre des enregistrements. Il faut cependant dire d'emblée que les méthodes d'analyse ne sont qu'une aide et ne constituent pas encore, malgré des progrès certains, un outil autonome fiable de codage du sommeil. Plus le sommeil est altéré moins l'analyse automatique est fiable. L'analyse automatique intéresse surtout le signal EEG. Il s'agit d'une analyse dans le domaine temporel et fréquentiel. Dans le domaine temporel sont utilisées surtout l'analyse d'amplitude, de la période et le filtrage numérique.

Dans le domaine fréquentiel, l'analyse spectrale est possible grâce à la transformée rapide de Fourier applicable à des signaux stationnaires et de distribution d'amplitude normale. On peut considérer le signal EEG comme stationnaire sur de brèves périodes de temps. On effectue donc la transformée de Fourier rapide sur des périodes courtes, le plus souvent de 2 à 4 secondes. On peut ainsi calculer une densité de puissance du signal en moyennant les valeurs obtenues sur une série d'époques successives. On utilise habituellement l'analyse sur deux bandes de fréquences,

fréquences de 0,5 à 4,75 Hz pour l'activité à ondes lentes et fréquences de 14 à 16 Hz (sigma), bande de fréquences comprenant les fuseaux de sommeil. Les voies EEG utilisées sont les dérivations centrales (C4-A1 et C3-A2), avec des filtres de 40 et 0,5 Hz et une fréquence d'échantillonnage de 128 Hz au minimum. Une autre technique du traitement du signal s'appuie sur la reconnaissance des formes en utilisant la transformée en ondelettes. La méthode de la « théorie en ondelettes » est une méthode intéressante qui permet de reconnaître les fuseaux de sommeil par exemple. L'analyse des MO est habituellement réduite à la reconnaissance de la présence de MOR, grâce à la mesure de la pente et de l'amplitude du signal EOG. Cette méthode est suffisante pour aider à la reconnaissance du SP mais ne permet aucune analyse fine des MO (direction, organisation des séquences...).

Enfin, l'analyse de l'EMG repose sur la rectification et intégration du signal. L'évaluation porte sur l'enveloppe du signal qui évolue de la même façon que l'amplitude crête à crête du signal EMG. Une analyse de l'activité musculaire des jambiers antérieurs permet une quantification des mouvements de jambes. Les paramètres neurovégétatifs peuvent également être quantifiés. L'analyse de la respiration repose sur l'analyse des variations de l'amplitude du signal respiratoire par rapport à des seuils. L'analyse automatique de la fréquence cardiaque est une analyse des composantes spectrales qui repose sur la détermination des intervalles RR. Elle permet de déterminer une composante de haute fréquence et une composante de basse fréquence. Le rapport hautes fréquences/basses fréquences est un marqueur de la balance sympathique et parasympathique. L'analyse spectrale de la pression artérielle est également possible.

- Les systèmes d'analyse automatique du sommeil ne constituent pas un outil autonome fiable de codage du sommeil.
- Ces systèmes portent sur plusieurs points : analyse fréquentielle du signal EEG surtout, reconnaissance des formes en utilisant la transformée en ondelettes, analyse des mouvements oculaires, analyse de l'EMG, de la respiration, de la fréquence cardiaque ou de la pression artérielle.

Les concomitants physiologiques

D'autres paramètres se modifient au cours des stades de sommeil : la respiration instable au moment de l'endormissement, avec des apnées centrales pouvant prendre un aspect de respiration de Cheyne-Stokes ou de Biot ; puis la respiration devient lente et régulière, en fréquence et en amplitude, en SL et ceci d'autant plus que le sommeil s'approfondit. En SP, la respiration est moins ample mais surtout irrégulière avec des irrégularités en fréquence et en amplitude, selon l'activité tonique ou phasique du SP.

Les paramètres cardiaques se modifient aussi en relation avec l'activité du système nerveux autonome et de la balance sympathique/parasympathique. La fréquence cardiaque se ralentit dès l'endormissement ; ce ralentissement se majore au cours du SL et notamment du SLP au cours duquel peuvent survenir des bradycardies importantes. En SP, la fréquence cardiaque est très instable

car elle augmente rapidement et fréquemment au moment des événements phasiques expliquant son irrégularité. Au cours du SP tonique, elle est plus faible et plus stable. En moyenne, la fréquence et la variabilité cardiaque sont plus élevées en SP. La pression artérielle suit la même évolution. Elle diminue en SL et est la plus basse en SLP, du fait de la bradycardie et de la vasodilatation périphérique. Elle est plus élevée et surtout plus irrégulière en SP, lors des événements phasiques. Enfin, des érections pénienes et clitoridiennes surviennent surtout au cours du SP, plus importantes en fin de nuit en relation avec des mécanismes vasculaires et musculaires mais aussi hormonaux.

Certaines sécrétions hormonales sont également en relation avec le sommeil. Chaque hormone a un profil de sécrétion déterminé résultant d'une influence de la rythmicité circadienne et de ses relations avec le sommeil. Il est classique de distinguer les sécrétions liées au sommeil dans son ensemble et celles liées à un stade précis de sommeil. Nous n'évoquerons ici que les plus importantes. La thyrotropine ou TSH a un pic sécrétoire avant l'endormissement puis la sécrétion est stable et diminue progressivement au cours de la nuit. L'heure et l'amplitude du pic sécrétoire dépend de l'heure du sommeil. Une privation de sommeil ou des éveils au cours du sommeil s'accompagnent d'une augmentation de la sécrétion de TSH alors qu'au cours du SLP, la sécrétion est la plus faible. Les maladies thyroïdiennes s'accompagnent de troubles de sécrétion de la TSH et de troubles du sommeil. La prolactine est sécrétée surtout au cours du sommeil ; la privation de sommeil entraîne une diminution de sa sécrétion et le décalage des horaires de sommeil décale parallèlement sa sécrétion prouvant la dépendance entre le sommeil et la sécrétion de prolactine. Cette relation est cependant modulée par une composante circadienne endogène car lors de vols trans-méridiens l'adaptation du rythme de la prolactine aux nouveaux horaires se fait avec un certain décalage. Certaines sécrétions hormonales sont liées à un stade de sommeil. L'un des exemples les plus connus est la sécrétion de l'hormone de croissance (GH) qui a un pic de sécrétion principal au cours de la première phase de SLP. La suppression du SLP abolit la sécrétion de GH ; qui pourrait alors être sécrétée le jour. Toutefois, il a été rapporté des cas de nanisme chez l'enfant en relation avec la suppression du SLP la nuit. La sécrétion de rénine est importante puisqu'elle est le reflet de fonctionnement du système rénine-angiotensine-aldostérone. Il existe une relation étroite entre sécrétion de rénine et alternance SL-SP ; cette hormone est sécrétée au moment du passage en SLP alors que sa sécrétion diminue lors du passage en SP. Une pathologie qui s'accompagne d'une fragmentation importante du sommeil comme le SAOS présente une faible sécrétion de rénine. Enfin, il existe des hormones à rythmicité circadienne peu influencées par le sommeil. Parmi celles-ci, le cortisol et la mélatonine. Le cortisol et l'ACTH sont caractérisés par un rythme circadien de production dont le pic de sécrétion est en début de matinée vers 8 heures et le nadir vers 23 heures. Ce rythme n'est pas modifié par le sommeil, toutefois on observe une baisse de sécrétion lors du SLP et inversement des pics au moment des éveils intra-sommeil. Cette hormone pourrait empêcher l'apparition du SLP. On sait par ailleurs que les éveils nocturnes, s'ils sont nombreux ou prolongés, sont associés à un taux de cortisol sanguin élevé. Ainsi,

l'activité de l'axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien et l'activation cérébrale sont-elles liées, jouant un rôle dans certaines insomnies. La mélatonine, synchroniseur endogène des rythmes circadiens, est sécrétée parallèlement à l'alternance lumière-obscurité. Son pic de sécrétion se situe à l'obscurité, la nuit, vers 3 ou 4 heures du matin, coïncidant avec le minimum thermique, alors que sa sécrétion est fortement inhibée par la lumière, comme nous l'avons précédemment détaillé. Elle joue un rôle thérapeutique dans la synchronisation des rythmes ; son rôle hypnogène est encore discuté mais elle peut être utilisée dans l'insomnie du sujet âgé. Une synthèse peut être trouvée dans les références [31–33].

- Certains paramètres physiologiques se modifient au cours des stades de sommeil : la respiration. Plus rapide mais surtout irrégulière en SP.
- La fréquence cardiaque se ralentit dès l'endormissement, puis plus encore au cours du SL et notamment du SLP au cours duquel peuvent survenir des bradycardies importantes ; en SP, la fréquence cardiaque est très instable.
- La pression artérielle diminue en SL et est la plus basse en SLP, et plus élevée et surtout plus irrégulière en SP, lors des événements phasiques.
- Des érections pénienues et clitoridiennes surviennent au cours du SP surtout en fin de nuit.
- Certaines sécrétions hormonales varient également en fonction des stades du sommeil (thyrotropine, prolactine, hormone de croissance, rénine, cortisol et mélatonine).

Au cours de l'ontogénèse

La naissance

À la naissance à terme, le sommeil présente déjà des passages alternés de sommeil agité (SA) de durée variable de 10 à 45 minutes (25 minutes en moyenne) et de sommeil calme (SC), très stable de 20 minutes de durée, réalisant l'équivalent d'un cycle de sommeil. Les cycles de sommeil sont brefs, de 40 à 55 minutes, et 18 à 20 cycles de sommeil surviennent dans les 24 heures. Le bébé s'endort en sommeil agité et ce sommeil occupe 50 à 60% du temps de sommeil alors que le SC n'en n'occupe que 35 à 40%. Le SA présente une activité cérébrale continue faite de fréquences mixtes avec des éléments thêta prédominant, associée à une atonie musculaire entrecoupée de très nombreux événements phasiques (mouvements corporels globaux ou fins et MO). L'aspect du SC est très différent et a deux aspects soit une activité lente continue, d'amplitude moyenne ou un tracé dit alternant car constitué de bouffées lentes et amples alternant avec des passages de faible amplitude ; ce dernier aspect correspondrait à un sommeil plus profond. Les 10 à 15% restant correspondent au sommeil transitionnel ou indéterminé, c'est-à-dire un aspect de tracé qui ne répond ni aux critères du SA ni à ceux du SC. On retiendra surtout l'abondance du SA à un moment très précoce de la vie posant la question du rôle de ce sommeil.

En ce début de vie, le rythme veille/sommeil (V/S) est ultradien, endogène, comme nous l'avons précédemment décrit.

Au cours des 6 premiers mois de vie, s'effectuent des changements maturatifs très importants, concernant les stades de sommeil et l'organisation circadienne du rythme V/S. Le temps de sommeil sur les 24 heures diminue un peu et des passages de veille calme dans la journée sont plus fréquents et deviennent un peu plus longs. À 6 mois, les endormissements en SA deviennent plus rares, le nourrisson s'endort en SC. Le taux du SA diminue passant de 50 à 30% vers l'âge de 6 mois ; le SA prend les caractéristiques du SP dès l'âge de 3 à 4 mois, plus stable, avec moins de mouvements. La durée du SC augmente. Dès 3 semaines de vie, l'aspect alternant du SC disparaît au profit d'ondes lentes continues et vers 2 à 3 mois apparaissent les fuseaux de sommeil ou *spindles* puis un peu plus tard, entre 4 et 6 mois, les complexes K. Dès l'âge de 3 à 4 mois, on peut différencier du sommeil calme léger et profond selon l'abondance respective des fuseaux de sommeil et des ondes lentes. Dès cet âge, on peut scorer le sommeil selon les critères de l'adulte, en ce qui concerne les stades N2 et N3 et parfois aussi N1 [27]. Le rythme ultradien de la naissance diminue pour laisser place en 4 à 6 semaines au rythme circadien présent dès la naissance mais masqué par les composantes ultradiennes. On sait que les rythmes circadiens de la température, de la mélatonine, de la fréquence cardiaque, du cortisol, de la veille et du sommeil sont présents entre 1 et 4 mois et augmentent d'amplitude à partir de 6 mois. Ces rythmes sont synchronisés sur 24 heures et entre-eux grâce aux synchroniseurs externes ou donneurs de temps (interactions mère-enfant, régularité des heures des repas, absence d'alimentation nocturne à partir de 6 mois, alternance lumière-jour/obscurité-nuit, régularité des heures de coucher et de lever). Dès l'âge de 9 mois, la structure d'ensemble du sommeil ressemble à celle de l'adulte.

Les premières années de vie

Au cours des 3 ou 4 premières années de vie, la structure du sommeil est caractérisée par une quantité abondante de SLP au cours des 3 à 4 premières heures de la nuit, avec des ondes lentes amples ; la durée du SL continue à augmenter. Le SP disparaît d'abord du sommeil de jour et son taux diminue n'atteignant plus que 30% vers 18 mois. Il est plus abondant en fin de nuit. Des éveils surviennent en 2^e partie de nuit, rythmant les cycles de sommeil dont la durée augmente à 60 puis 70 minutes. Ces éveils diminuent en nombre et disparaissent vers 3 à 4 ans.

Entre 4 et 12 ans, le sommeil reste très profond avec un SLP très abondant et parfois très prolongé lors du premier cycle de sommeil, d'autant que le sommeil de jour a diminué ou disparu. C'est l'âge auquel l'enfant dort très bien, est très vigilant dans la journée mais c'est aussi l'âge de survenue des parasomnies en SL lors d'éveils manqués (terreurs nocturnes, somnambulisme, éveils confusionnels). Dès l'âge de 10 ans, commence une lente diminution du SLP qui est sensible à l'adolescence.

L'adolescence correspond à une instabilité du sommeil, difficultés d'endormissement, allègement du sommeil, tendance au retard de phase, expliquant que la durée du sommeil est inférieure au besoin. Des rebonds de sommeil surviennent les week-ends et lors des vacances avec toutefois la persistance d'un retard de phase important. Ce décalage dans les horaires de coucher et de lever s'expliquent par des données biologiques (puberté, rôles de hormones sexuelles, modification de phase de la mélatonine) mais aussi par un mode de vie en relation avec les habitudes sociologiques et les problèmes psychologiques de cet âge. La somnolence diurne est fréquente, subjective et objectivée par les tests itératifs de latence d'endormissement. Le sommeil des adolescents rejoint progressivement le sommeil de l'adulte.

- À la naissance, les cycles de sommeil sont brefs, de 40 à 60 minutes, et 18 à 20 cycles de sommeil surviennent dans les 24 heures, avec des alternances de sommeil agité (très abondant à un moment très précoce de la vie) et de sommeil calme.
- Ensuite apparaissent des changements des caractéristiques du sommeil pour arriver à une structure d'ensemble qui ressemble à celle de l'adulte dès l'âge de 9 mois.
- Au cours des 3 ou 4 premières années de vie, la structure du sommeil est caractérisée par une quantité abondante de SLP au cours des 3 à 4 premières heures de la nuit.
- Entre 4 et 12 ans, le sommeil reste très profond avec un SLP très abondant et parfois très prolongé lors du premier cycle de sommeil.
- L'adolescence se caractérise par une instabilité du sommeil, des difficultés d'endormissement, un allègement du sommeil et une tendance au retard de phase, une somnolence diurne fréquente.

Conclusion

Dans cet article, seuls ont été décrits les aspects normaux du sommeil de l'enfant et de l'adulte. Ces données parcellaires constituent toutefois un socle de connaissances indispensables pour mieux comprendre, reconnaître et traiter les pathologies du sommeil pour lesquelles nous sommes de plus en plus sollicités en tant que praticiens du sommeil. Si la médecine du sommeil est relativement récente, elle connaît actuellement un très rapide développement. Les plaintes et les pathologies du sommeil sont très diverses mais certaines constituent de véritables problèmes de santé publique : les troubles de la vigilance secondaires à des rythmes de travail inhabituels (pénibilité au travail), les insomnies et les troubles respiratoires au cours du sommeil, pour ne donner que quelques exemples. Le syndrome d'apnées du sommeil est un exemple qui illustre parfaitement l'impact négatif d'une pathologie du sommeil sur la santé en général, avec ses multiples conséquences délétères : somnolence diurne et risque accru d'accidents, troubles cardiovasculaires et troubles métaboliques et endocriniens qui lui sont liés.

POINTS ESSENTIELS

- Il existe deux systèmes concomitants de régulation du sommeil : la régulation homéostatique et la régulation circadienne.
- L'homéostasie régule surtout le sommeil lent et la régulation circadienne surtout le sommeil paradoxal.
- L'activité non SP-SP ou « non-REM-REM cycle » est générée par l'interaction réciproque de deux groupes neuronaux interconnectés.
- La durée de sommeil sur les 24 heures varie peu avec l'âge, mais le nombre et la durée des éveils augmentent avec le vieillissement.
- Chez le nouveau-né, le sommeil calme et le sommeil agité seraient les précurseurs du sommeil lent et du sommeil paradoxal de l'adulte.
- Au cours de la maturation, la durée du sommeil diminue lentement mais régulièrement au fil des années.
- Un enregistrement polysomnographique doit comporter au moins un EEG, un EOG et une mesure du tonus musculaire axial.
- Il existe trois stades de vigilance : veille, sommeil lent et sommeil paradoxal.
- L'analyse automatique du sommeil permet un gain de temps pour l'analyse du sommeil mais elle ne constitue pas un outil autonome fiable de codage du sommeil.

Déclaration d'intérêts

L'auteur déclare ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Références

- [1] Borbely AA. A two process model of sleep regulation. *Human Neurobiol* 1982;1:195–204.
- [2] Finelli LA, Baumann H, Borbely AA, et al. Dual electroencephalogram markers of human sleep homeostasis: correlation between theta activity in waking and slow wave activity in sleep. *Neurosci* 2000;101:523–9.
- [3] Borbely AA, Achermann P. Concepts and models of sleep regulation: an overview. *J Sleep Res* 1992;1:63–79.
- [4] Franken P, Dijk DJ. Circadian clock genes and sleep homeostasis. *Eur J Neurosci* 2009;29:1820–9.
- [5] Dijk DJ, Archer SN. PERIOD3, circadian phenotypes, and sleep homeostasis. *Sleep Med Rev* 2010;14:151–60.
- [6] Berson DH, Dunn FA, Takao M. Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. *Science* 2002;295:1070–3.
- [7] McCarley RW, Massaquoi S. Neurobiological substrates of the revised limit cycle reciprocal interaction model of REM sleep control. *J Sleep Res* 1992;1:126–31.
- [8] Forêt J. Phénoménologie du sommeil humain : variations spontanées et expérimentales. In: Benoit O, Foret J, editors. *Le sommeil humain*. Paris, Milan, Barcelone: Masson; 1995. p. 75–88.
- [9] Enquête INSV/BVA. Sommeil et rythme de vie : le sommeil dans tous ses états. 2009. <http://www.institut-sommeil-vigilance.org/insv-pages/savoir-sommeil.php>

- [10] Ohayon MM, Carkasdon MA, Guilleminault C, et al. Meta-analysis of quantitative sleep parameters. *Sleep* 2004;27:1255–73.
- [11] Enquête INSV/BVA/MGEN. Quand le sommeil prend de l'âge. 2010. <http://www.institut-sommeil-vigilance.org/insv-pages/savoir-sommeil.php>
- [12] Horne JA, Ostberg O. Individual differences in human circadian rhythms. *Biol Psychol* 1977;5:179–90.
- [13] Vgontzas AN, Zoumakis E, Bixler EO, et al. Adverse effects of modest sleep restriction on sleepiness, performance, and inflammatory cytokines. *J Clin Endocrinol Metab* 2004;89:2119–26.
- [14] Knutson KL, Spiegel K, Penev P, et al. The metabolic consequences of sleep deprivation. *Sleep Med Rev* 2007;11:163–77.
- [15] Viot-Blanc V. Le manque de sommeil favorise-t-il l'obésité, le diabète et les maladies cardiovasculaires? *Med Sommeil* 2010;7:15–22.
- [16] Roffwarg HP, Dement W, Fisher C. Preliminary observation of the sleep dream pattern in neonates, infants and adults. In: Hormes E, editor. *Monographs on child psychiatry*. New York: Pergamon Press; 1964. p. 60–72.
- [17] Prechtl HF. The behavioural states of the newborn infant (a review). *Brain Res* 1974;76:185–212.
- [18] Challamel MJ. Development of sleep and wakefulness in human. In: Meisami E, Timiras PS, editors. *Handbook of human growth and developmental biology*. Boca: Raton: CRC Press I; 1988. p. 269–84.
- [19] Ferber R. Protéger le sommeil de votre enfant. Paris: ESF Ed; 1990, 237 p.
- [20] Iglowstein I, Jenni OG, Molinari L, et al. Sleep duration from infancy to adolescence: references values and generational trends. *Pediatrics* 2003;111:302–7.
- [21] Challamel MJ. Sommeil de l'enfant de la période fœtale à l'adolescence. In: *Expertise collective. Rythmes de l'enfant. De l'horloge biologique aux rythmes scolaires*. Les éditions Inserm; 2001. p. 31–50.
- [22] Loomis AL, Harvey EN, Hobart G. Cerebral states during sleep, as studied by human brain potentials. *J Exper Psychol* 1937;21:127–44.
- [23] Aserinsky E, Kleitman N. Regularly occurring periods of eye motility and concomitant phenomena, during sleep. *Science* 1953;118:273–4.
- [24] Dement W, Kleitman N. Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movement, body mobility, and dreaming. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1957;9: 673–90.
- [25] Jouvet M, Michel F. Corrélations électromyographiques du sommeil chez le chat décortiqué et mésencéphalique chronique. *C R Soc Biol* 1959;153:422–5.
- [26] Rechtschaffen A, Kales A. *A manual of standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages of human subjects*. Los Angeles: Brain Information Services BIS/BRI. University of California; 1968.
- [27] Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson Jr AL, et al., For the American Academy of Sleep Medicine. *The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules terminology and technical specifications*. 1st Ed. Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine; 2007.
- [28] EEG arousals: scoring rules and examples: a preliminary report from the Sleep Disorders Atlas Task Force of the American Sleep disorders Association. *Sleep* 1992;15:173–84.
- [29] Terzano M, Parrino L, Smerieri A, et al. Atlas, rules and recording techniques for the scoring of cyclic alternating pattern (CAP) in human sleep. *Sleep Med* 2002;3: 187–99.
- [30] Parrino L, Smerieri A, Rossi M, et al. Relationship of slow and rapid EEG components of CAP to ASDA arousals in normal sleep. *Sleep* 2001;24:881–5.
- [31] Dauvilliers Y. Grandes fonctions physiologiques au cours du sommeil. In: Billiard M, Dauvilliers Y, editors. *Les troubles du sommeil*. Paris: Masson; 2005. p. 35–50.
- [32] Leproult R, Copinschi G. Fonction endocrino-métabolique et sommeil. In: Billiard M, Dauvilliers Y, editors. *Les troubles du sommeil*. Paris: Masson; 2012. p. 363–76.
- [33] Van Cauter E. Endocrine physiology. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC, editors. *Principles and practice of sleep medicine*. 4th ed. USA: Elsevier Inc.; 2005. p. 266–82.