

Proprioception et autres sensorialités

Complémentarités et compensations

P. HUGEUX et collaborateurs

Institution Nationale des Invalides - 75007 Paris

Hôpital d'Instruction des Armées Percy - 92140 Clamart

Plan

Multisensorialités intégrées

De l'information à l'action

- Les fonctions sensorielles (sensorialités)
- Le traitement des informations
- Des multisensorialités intégrées aux comportements moteurs

Multisensorialités intégrées

Des complémentarités aux compensations

- La neuroplasticité
- Neuroplasticité développementale et complémentarités sensorielles
- Neuroplasticité post-lésionnelle et compensations sensorielles

Les fonctions sensorielles (sensorialités)

- ✚ A quoi « ça » sert ?
 - Fournir des informations pertinentes pour optimiser les activités motrices
 - = mettre en place des repérages (extracorporel, péricorporel, intracorporel)
 - = construire des perceptions (de l'espace, du corps, de l'objet,...)
- ✚ Avec quoi ?
 - Des systèmes de capture (récepteurs)
 - Des systèmes de conduction (de pré-intégration)
 - Systèmes sensitifs et systèmes sensoriels (sémantique)
 - Des limites (spectre et seuil)
 - Des caractéristiques communes
 - Informations discriminatives et diffuses : précision
 - Informations statiques et dynamiques : stabilité
- ✚ Comment « ça » fonctionne ?

Les systèmes sensoriels

Classification

✚ Origine de l'information : organisme ou environnement

✚ Les systèmes extéroceptifs

- Visuel
- Cutané
- Extéroceptif vestibulaire
- Auditif
- Olfactif et gustatif

✚ Les systèmes proprioceptifs

- Proprioceptif musculo-tendineux et articulaire
- Proprioceptif vestibulaire

✚ NB

- Le système somesthésique
- Le système intéroceptif
- Le système nociceptif

Le système visuel (1)

Les fondamentaux

- ✚ La plupart de nos activités s'effectuent sous contrôle visuel ...
- ✚ Comportements visuo-moteurs
 - La maîtrise visuo-spatiale
 - La maîtrise visuo-gestuelle
- ✚ Forte malléabilité ontogénétique
- ✚ Organisation anatomique bilatérale, symétrique, à trois étages, avec multiples connexions
- ✚ Dissociation fonctionnelle : vision centrale – vision périphérique
 - Vision centrale (fovéale)
 - = système identificateur et de précision (la cible)
 - = information discriminative et statique
 - Vision périphérique (extra-fovéale)
 - = système de balayage environnemental (l'espace)
 - et de perception de la verticalité gravitaire (le corps dans l'espace)
 - = information globale et dynamique

Le système visuel (2)

Le contrôle des mouvements oculaires

- ✚ Les synergies (réflexes ou programmes ?)
 - 6 muscles pour chaque œil (spécificités neurophysiologiques)
 - La vision binoculaire = la synergie oculo-motrice
 - Les mouvements conjugués de la tête et des yeux
= la synergie oculo-cervicale
 - La maîtrise de l'image fixe sur la rétine = la régulation des mouvements de saccades, de poursuites, de vergence
 - le système vestibulo-oculaire = le réflexe vestibulo-oculaire
 - le système opto-cinétique
- ✚ La synergie oculo-vestibulo-cervicale

Le système visuel (3)

Autres spécificités et complexités

- ✚ Les voies rétino-colliculaires (automatismes perceptifs)
- ✚ Les corps genouillés latéraux (centres d'intégration, attentions visuelles sélectives)
- ✚ Les aires associatives (spécialisation fonctionnelle et redondance)
- ✚ Redistribution temporale (le « quoi ») et pariétale (le « où »)
- ✚ Connexions avec le cortex frontal (mémoire spatiale et des objets)

Le système auditif

- ✚ Système indicateur et avertisseur
- ✚ Synergie système auditif-système visuel
- ✚ Synergie communication-action

Le grand générateur de la désocialisation du sujet âgé

Le système cutané

- ✚ Les récepteurs cutanés = mécanorécepteurs
- ✚ Sensibilité tactile, ... thermique, douloureuse
- ✚ Repérage péricorporel, ... intracorporel
- ✚ 2 régions spécifiques
 - Fort contingent de récepteurs (extéro et ... proprioceptifs)
 - La zone palmaire (reconnaissance et manipulation des objets)
 - La zone plantaire (capteur podal et ajustements posturaux)

Les systèmes olfactif et gustatif

- ✚ Initiation de l'action ... !
- ✚ Peuvent être compensateurs...
- ✚ Ne peuvent être compensés...

Le système vestibulaire

- ✚ Une fonction mixte, extéro et proprioceptive
- ✚ Les canaux semi-circulaires
 - Accélérations angulaires
- ✚ L'utricule et le saccule (otolithes)
 - Accélérations linéaires
- ✚ Les noyaux vestibulaires = centres d'intégration
- ✚ La synergie oculo-vestibulo-cervicale

Le système proprioceptif musculo-tendineux et articulaire

- ✚ Quelle hiérarchie ?
- ✚ Quelle complémentarité ?
- ✚ Quelle compensation ?

Entre eux ... et avec les autres

Le traitement des informations (1)

Les centres d'intégration

- ✚ Une situation = détection de plusieurs informations sensorielles
- ✚ Voies de conduction spécifiques indépendantes
- ✚ Niveaux d'intégration et de traitement centraux
 - Médullaires (systèmes cutané et proprioceptif, sauf face)
 - Cérébelleux
 - Sous-corticaux
 - Corticaux
- ✚ Traitements successifs (hiérarchisation des centres de traitement)
- ✚ Intégration pluri et inter-modalitaire
(corrélation, globalisation, pondération des informations)
- ✚ Une expérience sensible = une sensation

Le traitement des informations (2)

Les centres d'intégration corticaux

- ✚ Aires primaires et aires associatives
- ✚ Une aire primaire spécialisée pour chaque modalité sensorielle
- ✚ Aires primaires
 - Aires somesthésiques
 - Un secteur d'intégration des informations vestibulaires à proximité
 - Aires visuelles
 - Aires auditives
- ✚ Aires associatives
 - Des sous-ensembles à spécificité fonctionnelle
 - Traitement parallèle et instantané des informations avec les aires primaires
 - Aires interconnectées = transfert d'informations
 - Traitement de messages plurimodaux relatifs à un même événement
- ✚ Boucles cortico-corticales avec cortex frontal et système limbique
- ✚ Boucles cortico-thalamo-corticales

Le traitement des informations (3)

La construction perceptive

- ✚ Une sensation = une expérience sensible
- ✚ Une sensation mémorisée = des expériences sensibles, répétées et intégrées
- ✚ Une perception = une sensation mémorisée interprétée et signifiante
 - Niveaux conscient et/ou infra-conscient ?
- ✚ Une perception déclenche une réponse comportementale adaptée
- ✚ A terme, création d'automatismes perceptifs (« situations familières »)... et d'automatismes moteurs

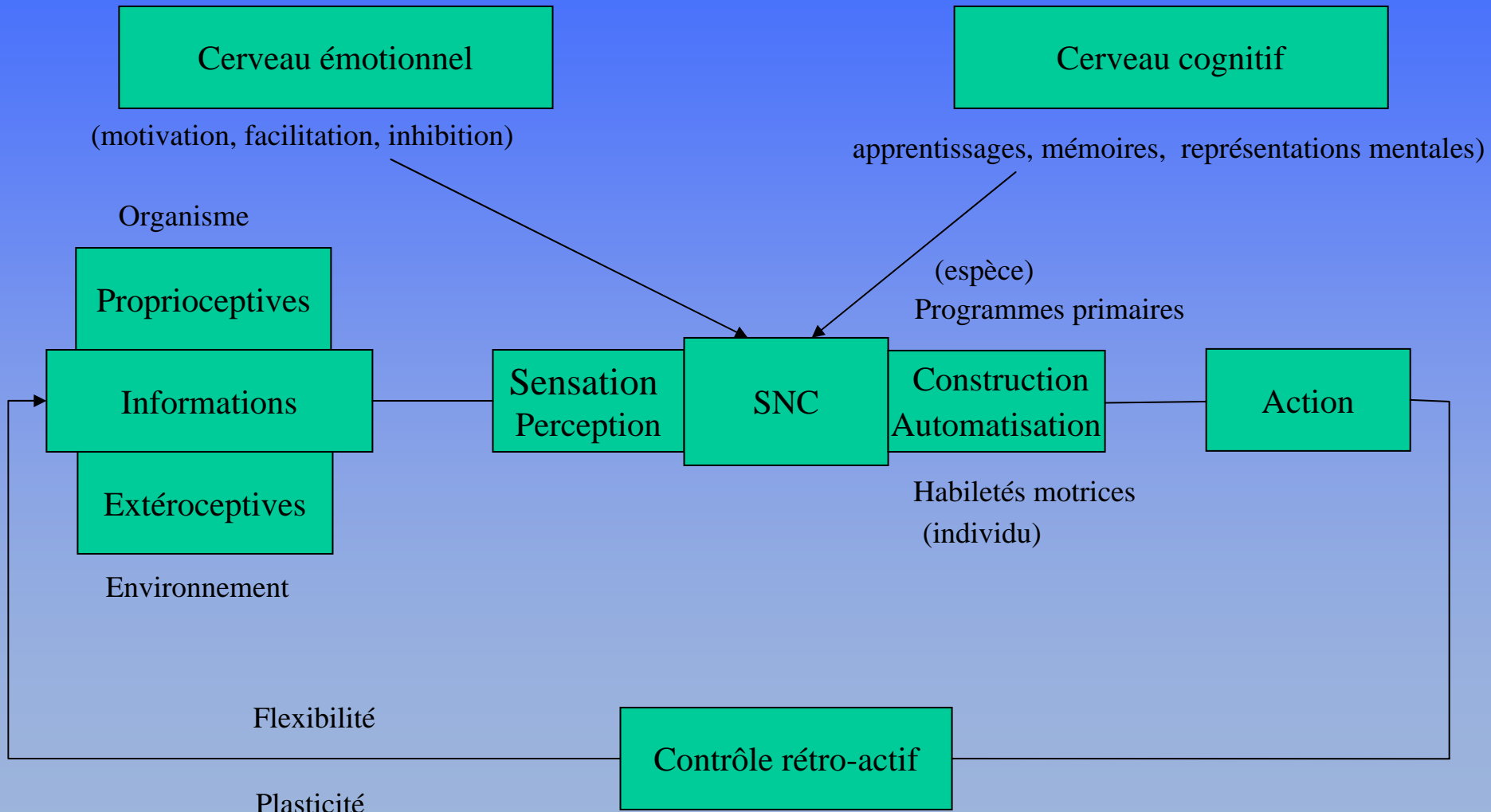
Des multisensorialités intégrées aux comportements moteurs

- ✚ Les programmes sensori-moteurs primaires
- ✚ Les programmes sensori-moteurs complexes
 - Les habiletés motrices
- ✚ Les habiletés motrices automatisées
 - Les comportements moteurs

Expérience	Expertise
Multisensorialités - sensation	perception- automatismes - comportements
intégrées	perceptifs moteurs
Apprentissage-entraînement	Economie-précision

De l'information à l'action

Une régulation dynamique permanente



La neuroplasticité (1)

Généralités

- ✚ Processus d'adaptation – transformation très modulable
- ✚ S'inscrit dans le temps (mise en place et durée) ≠ flexibilité
- ✚ Modelage ou remodelage structural et fonctionnel
- ✚ Evolutif, permanent, mais non linéaire (périodes sensibles ou critiques)
- ✚ Palette de mécanismes neurobiologiques
- ✚ Importantes variations interindividuelles

La neuroplasticité (2)

Facteurs d'influence

- ✚ Facteurs intrinsèques (le sujet)
 - Age
 - Participation active
 - Vicariance idiosyncrasique (l'inné et l'acquis)
- ✚ Facteurs extrinsèques (l'environnement)
 - Situations particulières durables
- ✚ La neuroplasticité développementale
 - Le développement ontogénétique
 - L'expérience de la vie...
 - Le vieillissement naturel
- ✚ La neuroplasticité post-lésionnelle
 - Les situations pathologiques

Neuroplasticité développementale et complémentarités sensorielles

- ✚ La sélection des référentiels sensoriels pour construire ses habilités motrices
- ✚ Contribution pertinente, quantitative et qualitative, par rapport à une situation donnée
- ✚ Variabilité d'un sujet à l'autre, d'un moment de la vie à l'autre ...
- ✚ Le potentiel de neuroplasticité de l'enfant
- ✚ Le potentiel de neuroplasticité du sujet âgé
- ✚ Le rôle des apprentissages et des expériences

Une multisensorialité complémentaire référente

L'équilibre postural et l'équilibration

Les ajustements posturaux modulaires et segmentaires du « corps entier »

-  Combinaison de stratégies pluriarticulaires

AMBLARD B (1998)

Les descripteurs du contrôle postural.

Ann Réadaptation Med Phys 41 : 225 – 237

-  Proprioception et sensibilité plantaire

L'orientation et la stabilisation de la tête et du regard

Complexe synergique oculo-vestibulo-cervical

L'équilibre postural et l'équilibration

Une multisensorialité complémentaire modulable (1)

Les situations fondamentales

- La dominance visuelle
- La répartition des hiérarchies vestibulaire et somesthésique...

TROUSSELARD M and al (2002)

Evolution des connaissances sur le rôle des systèmes sensoriels somesthésiques dans l'orientation spatiale.

Médecine et Armées 30 : 533-538

- L'évolution des stratégies pluriarticulaires

A chacun son expertise (vicariance idiosyncrasique)

L'équilibre postural et l'équilibration

Une multisensorialité complémentaire modulable (2)

Les environnements particuliers

- Les activités sportives
 - Les habiletés fermées
 - Les habiletés ouvertes (les « intentions des autres », anticipation)
 - Les habiletés semi-ouvertes
 - Les grands déséquilibres statiques = priorité au visuel
 - Les grands déséquilibres dynamiques = priorité au vestibulaire
 - La rapidité gestuelle = priorité au proprioceptif
 - Les décisions tactiques = priorité au visuel (environnement global et cible)
- La microgravité

A chacun son expertise (vicariance idiosyncrasique)

Neuroplasticité post-lésionnelle et compensations sensorielles

- ✚ Notion de compensation (ou substitution)
- ✚ Notion de période sensible (ou critique)
- ✚ Notion de stratégies individuelles
 - Variabilité d'un individu à l'autre
 - Pour un même individu, d'une situation à l'autre
 - Influence des répertoires et de l'expertise acquis antérieurement

Déficiences vestibulaires et compensations sensorielles (1)

✚ Modèle expérimental ou modèle clinique (M. Lacour)

✚ Le poids des informations visuelles

= Réorganisation fonctionnelle de l'orientation et de la stabilisation de la tête et du regard

■ Le système oculo-cervical (tonification cervicale)

■ Le système optocinétique (activation du système saccadique)

LACOUR M and al (1997)

Sensory strategies in human postural control before and after unilateral vestibular neurotomy.
Exp Brain Res 115 : 300-310.

= Nécessité d'une expérience visuo-motrice active précoce

ZENNOU-AZOGUI Y and al (1995)

Visual experience during a sensitive period plays a crucial role in the vestibular compensation.
Neuronal substrates within Deiters nucleus in the alert cat. Rest Neurol Neurosci 7 : 235-246.

Déficiences vestibulaires et compensations sensorielles (2)

Variabilité des stratégies adaptatives compensatoires

En fonction des individus

GUSTAVE DIT DUFLO S and al (1998)

Short-term changes in neck muscle and eye movement responses following unilateral vestibular neurectomy in the cat. *Exp Brain Res* 120 : 439-449.

2/3 (visuelles) – 1/3 (proprioceptives)

En fonction du contexte environnemental

PERUCH P and al (1994)

Spatial performance of unilateral vestibular defective patients in nonvisual versus visual navigation. *J Vest Res* 9 : 37-47.

Déficiência visuelle et compensations sensorielles (1) Le jeune enfant malvoyant

- ✚ Forte malléabilité ontogénétique (3-4 ans)
- ✚ Optimisation des mécanismes de redondance et de convergence
- ✚ Réorganisation de la sensorialité visuelle intacte
Nouvelle sensibilité spécifique des neurones visuels
- ✚ Optimisation des réseaux de connexion avec les autres sensorialités
Remodelage de la cartographie corticale
- ✚ Optimisation des capacités cognitives
Mémoires et représentations mentales

Déficience visuelle et compensations sensorielles (2)

La DMLA

- ✚ Réorganisation de la sensorialité visuelle intacte
 - Utilisation d'une autre aire rétinienne de fixation
Hémirétine supérieure - droite ou gauche
 - Restructuration et expansion de la représentation corticale de la rétine périlésionnelle
 - Neutralisation partielle ou totale d'un scotome
Traitement des aires associatives

- ✚ Optimisation fonctionnelle des autres sensorialités
 - Environnement stable : orientation spatiale et manipulations
Vestibulaire – Proprioceptive – Tactile
 - Environnement mobile : « les intentions des autres » et déplacements
Auditive

- ✚ Capacités cognitives...

Déficiência visuelle

et compensations sensorielles (3)

La DMLA

- ✚ Evaluation et prise en charge multisensorielle (vision, audition, équilibre)
- ✚ Analyse de l'enveloppe de vision
(tests de sensibilité aux contrastes de luminance)
- ✚ Performance visuelle globale
 - vision rapprochée et lecture
 - vision rapprochée et manipulations d'objets
 - vision éloignée et déplacements
- ✚ Aides techniques (sujet, environnement)
- ✚ Intervenants humains
 - orthoptiste, ergothérapeute, instructeur de locomotion, neuropsychologue
 - masseur kinésithérapeute, psychothérapeute
- ✚ Stratégies adaptatives
 - excentration du regard
 - apprentissages sensoriels et cognitifs

Conclusion

Et la rééducation dans tout cela ?

Elle ne peut être que sensori-motrice...

Elle ne peut être que cognitive et émotionnelle...

Elle ne peut pas être monolithique...

L'enfant ..., la personne âgée..., les « autres »...

De la rééducation sensori-motrice à la rééducation écologique...

KLOB B (1999)

Towards an ecology of cortical organization : experience and the changing brain. In : Neuronal plasticity : buiding a bridge from the laboratory to the clinic, Grafman J, Christen Y Eds. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 17-34.

La Proprioception



CONGRÈS
2004
ANMSR
XVIII^e JOURNÉE
NATIONALE
DE L'ANMSR

