

Antoine Rémond



Západočeská Univerzita V Plzni
Katedra Kybernetiky
Semestrální práce - HKUI

Martin Hamar
1. semestr
14. ledna 2023

1 Úvod

Antoine Rémond (1917 – 1998) byl francouzský vědec, kognitivní neurolog a klinický elektrofyziolog [1]. Jako kognitivista byl přesvědčen, že abychom pochopili lidské jednání, je nutné popsat a pochopit myšlenkové procesy, nikoli naopak, jak to tvrdili behavioristé na počátku 20. století. Mentální procesy přitom chápal jako procesy výpočetní, kde základem je aktivizace, uložení a manipulace se znalostmi/informacemi [2]. Ve svém studiu elektrických dějů v mozku jako jeden z prvních vědců používal elektroencefalogram (EEG). Ke své pozdější vědecké práci aktivně využíval dostupnou počítačovou techniku k získávání a zpracování dat, proto je považován za průkopníka lékařské informatiky [1]. Sám se přitom zasloužil o vylepšení některých přístrojů používaných k diagnostice a léčbě pacientů trpících Parkinsonovou chorobou, mozkovým nádorem a epilepsií [3]. Zároveň se snažil o šíření svých poznatků ve vědecké komunitě, a to prostřednictvím publikování knih, vědeckých článků a účastí na mezinárodních konferencích. Celkově je autorem asi 500 publikací [4].

2 Studentská léta a vědecká činnost

Rémond se narodil v Argentině v rodině vědců (otec chemik), a proto byl sám vědecky založen [1]. Po střední škole se začal intenzivněji zabývat oborem svého zájmu: mozkiem a mozkovými vlnami. K vědě ho napřed přivedl otec [3], který vlastnil chemickou laboratoř a továrnu. S ním se později nezřídká radil o možných farmaceutických řešeních mentálních chorob, hlavně v 50. letech. Podílel se i sám na výzkumu některých léčiv a jejich ověřování na krysách, protože v této době byla úzká spolupráce mezi chemiky a neurofyziology běžná. Nedošlo ale k velkovýrobě objevených léčiv, protože konkurence byla příliš velká.

Rémond přijal pozvání svého strýce Alphonse Baudouina, který byl profesorem obecné patologie na lékařské fakultě v Paříži a zároveň měl neurologickou praxi v Hôtel-Dieu, nemocnici založené v Paříži ve 12. století [5]. Od roku 1936 tedy studoval medicínu ve Francii, pod vedením váženého a obávaného profesora André Hovelacque (1880-1939) a zároveň pracoval v nemocnici svého strýce [1].

Poté, co se Rémond doslechl o výzkumech vedených německým neuropsychiatrem a průkopníkem EEG Hansem Bergerem (1873-1941) [6], se s ním

osobně setkal. Po návratu do Paříže pak jako jeden z prvních ve Francii použil elektroencefalografii (EEG) k záznamu elektrické aktivity mozku [1].

V roce 1941 byl zajat Němci, ale podařilo se mu uniknout [7]. V době války pracoval v laboratoři patologie Hermanna Fischgolda (1899-1982) [8] v nemocnici Sainte-Anne, což je největší nemocnice se zaměřením na psychiatrii v Paříži, navíc s dlouhou historií (založena v 18. století) [9]. Rémondova spolupráce s Fischgoldem byla sice krátce přerušena útekem manželů Fischgoldových do Toulouse, nicméně i tak byla pro Rémonda přínosem. Fischgold se v té době už aktivně zabýval zobrazovacími metodami včetně neuroradiologie a EEG za pomoci své manželky Fridy a aktivně spolupracoval s Baudouinem a dalšími vědci, se kterými hojně publikoval. Rémond se tak na konci války setkal s Pierrem Puechem [9], průkopníkem neurochirurgie ve Francii, který zkoumal chirurgické možnosti řešení nádorů mozku a psychiatrických potíží. Zdůrazňoval však úzkou spolupráci mezi psychiatry a neurology s tím, že zákroky typu lobotomie musí být vždy doporučeny psychiatry, a to až po vyčerpání všech možností medikace a elektroléčby. Rémond měl možnost pracovat na novém oddělení neurologicko-psychiatrické chirurgie v nemocnici Sainte-Anne, které Puech založil. Spíše než experimentací s psychochirurgií se zabýval lokalizací nádorů prostřednictvím EEG. Bylo to poté, co měl Rémond v rámci Kongresu EEG (první Mezinárodní kongres o elektroencefalografii) v roce 1947 v Londýně možnost se seznámit s laboratoří Greye Waltera v Bristolu, průkopníka EEG, robotiky, kybernetiky a umělé inteligence [10], a s Henri Gastautem, marseilleským lékařem a neurologem, který používal EEG k diagnostice epilepsie [11].

V roce 1945 Rémond úspěšně dokončil studium obhajobou práce Úvod do elektroencefalografie [7]. V ten samý rok francouzské ministerstvo zahraničních věcí vyhlásilo výběrové řízení na návštěvu velkých amerických laboratoří pro nejlepší studenty medicíny. Na přímluvu strýce Baudouina nakonec Rémond navštívil laboratoře Josepha Erlangera a Herberta S. Gassera, držitelů Nobelovy ceny za fyziologii a lékařství z roku 1944 [12] a Detleva W. Bronka, odborníka na fyziologii a biofyziku, tj. aplikaci fyziky v živých organismech rostlin a zvířat [13]. S Bronkem nakonec spolupracoval téměř rok na možnostech snížení hladiny kyslíku v krvi během epileptických záchvatů [7]. V roce 1946 pak Rémond prezentoval výsledky své vědecké činnosti v této oblasti na 6. ročníku konference pořádané Mezinárodní ligou proti epilepsii (ILAE). Od roku 1909 bylo hlavní misí této organizace pořádat setkání odborníků za účelem posunutí znalostí o této nemoci a zlepšení její léčby, ale až do 80. let stála poněkud ve stínu jiných větších konferencí. I zmiňovaný

šestý ročník se konal jako sloučená akce s Asociací pro výzkum nervových a mentálních chorob. Rémond vystoupil spolu s P. W. Daviesem v sekci Experimentální studie s příspěvkem Changes in the oxygen tension of the cerebral cortex of the cat during experimentally-induced convulsions (Změny tlaku kyslíku v mozkové kůře kočky během experimentálně vyvolaných křečí). Rémond se pak účastnil ještě sedmého ročníku konference, která se konala roku 1949 v Paříži. Rémond tam společně s Henri Gastautem přednesl před 1 038 účastníky 44 národností příspěvek o klinické neurofyzilogii. Počet účastníků byl vysoký pravděpodobně proto, že se opět jednalo o sloučenou akci, tentokrát s kongresem Mezinárodní elektroencefalografické společnosti. Přesné informace o tomto ročníku konference se špatně dohledávají, protože vzhledem k četným konferencím sdruženým s jinými organizacemi panuje nepořádek v číslování jednotlivých ročníků [14].

V laboratoři Josepha Erlangera a Herberta S. Gassera se Rémond také setkal s Johnem C. Lillym, neurovědcem a psychoanalytikem, zabývajícím se výzkumem vědomí a inteligencí delfínů [15]. V té době Lilly zkoumal topografické modely EEG signálů a nadchl Rémonda pro toto lékařské odvětví. Rémond se dokonce mezi léty 1951 a 1952 do USA vrátil a pracoval v laboratoři chicagského vědce a matematika McCullocha [7]. Ten předsedal prvním kybernetickým konferencím nadace Macy, a proto není divu, že se Rémond jedné z nich také zúčastnil. Jednalo se o její 9., předposlední ročník v roce 1952. Bohužel nejsou žádné záznamy o tom, jaká konkrétně byla účast Rémonda na těchto diskusích. Nezmiňuje ji ani kniha Steve Joshua Heimse The Cybernetics Group z roku 1991 [16], ve které je podrobně popsáno pozadí Macy konferencí včetně popisu diskusí nad jednotlivými příspěvky konference. Je ovšem jisté, že konference byla pro Rémonda příležitostí k setkání s vědci napříč mnoha obory a zejména průkopníky kybernetiky. Macy konference totiž položily základy tohoto oboru poté, co na prvním, ještě neformálním setkání v roce 1942 A. Rosenblueth nastínil koncept podobnosti mezi chováním strojů a organismů, které označil za vysvětlitelné a cílené. Jednalo se podle něj o „kruhovou kauzalitu“, kdy nové chování je ovlivněno zpětnou vazbou na přímo předcházející jednání. Toto téma zanechalo v účastnících tohoto prvního Macy setkání hluboký dojem a viděli mnohdy i paralely kybernetiky se svými obory [17]. Na druhou stranu měl Rémond na 9. konferenci Macy tu smůlu, že v této době už se konference potýkala s jistými problémy, např. absencí některých stálých účastníků z tzv. kybernetické skupiny a utajením některých vědeckých projektů. Účastníci už také projevovali méně zájmu o průřezovost mezi obory a byla patrná i určitá

neshoda ohledně tématu kybernetiky. Někteří účastníci dokonce varovali před přehnanými očekáváním v souvislosti s tímto oborem [18].

V roce 1946 se Rémond stal výzkumným pracovníkem Národního centra pro vědecký výzkum (CNRS) [7]. S finanční podporou této organizace si v letech 1957-8 otevřel vlastní praxi, laboratoř elektroencefalografie a aplikované neurofyziologie (L.E.N.A.) v nemocnici Salpêtrière, v níž zkoušel rozmanité formy léčby Parkinsonovy choroby a užití intenzivního přesného ozařování k léčbě nádorů [1]. Laboratoř vznikla rozdělením původního pracoviště na vědeckou a klinickou část, přičemž CNRS se rozhodla financovat jen vědecký základní výzkum, a tudíž musel Rémond omezit klinickou činnost [7]. Proto bylo využití objevů v neurovědě v technice a průmyslu mizivé, přičemž většina objevů v této sféře se odehrávala na půdě menších lokálních laboratoř. Přesto, i když se Rémond sám o sobě nezasadil o komercializaci některých neuropřístrojů, minimálně se podílel na jejich vývoji. Příkladem by mohl být stereotaktický přístroj [3], který se v neurochirurgii používá k přesné lokalizaci malých cílů uvnitř nitrolebního prostoru prostřednictvím trojrozměrného souřadnicového systému. Hlava pacienta se ohraničuje pomocí stereotaktického rámu. Rám se fixuje k hlavě pacienta pomocí 4 fixačních hrotů, které se opírou o kost. Při vyšetření je možné každému bodu uvnitř tohoto rámu přiřadit souřadnici X, Y a Z [19]. Na vylepšení původního stereotaktického rámu, který byl poprvé použit na opicích v roce 1908 Robertem Henry Clarkem a Victorem Horsleyem se ve Francii podílel v nemocnici Sainte-Anne Jean Talairach [9] při svých neurooperacích. Jeho vlastní vylepšení umožňovalo měření v hlubších strukturách. Rémond vylepšil přístroj ve spolupráci s profesionálními návrháři firmy ECEM. I když byl vytvořen i prototyp, Rémond nikdy nešířil přístroj komerčně. Přístroj měl pouze lokální využití.

Další přístroj, který Rémond postavil, odrážel jeho zájem o měření evokovaných potenciálů. Evokované potenciály jsou odpovědí nervové soustavy na speciální stimulaci receptorů nebo periferních nervů. Jejich měření patří do komplexu elektrofyziologických vyšetřovacích metod. Využívají se v diagnostice ke zjištění příčiny a stupně postižení nervové soustavy, monitorování časového průběhu postižení a také v průběhu operací ke sledování stavu uspaného pacienta [20]. Přístroj se jmenoval fázotron [3] a jeho úkolem bylo zejména průměrovat záznamy evokovaných potenciálů a topologicky znázornit EEG záznamy. I když nebyl využíván komerčně, byl velmi výkonný, spolehlivý a oblíbený mezi dalšími neurovědci, např. jeden exemplář si pořídil již výše zmíněný Henri Gastaut pro svoji laboratoř. Další Rémondův systém,

MATIDE, měl za úkol extrahovat časoprostorová data z EEG záznamů. Rémondovi bylo jasné, že ke správné interpretaci EEG dat je nutné přidat časovou a prostorovou referenci [7]. Jednalo se integrovanou metodu analýzy a zpracování elektroencefalografických dat, která sloužila k lokalizaci epileptických ložisek a nádorů. Rémond tuto metodu využíval hlavně na výzkum rizikových lidí, jako např. řidičů nákladních automobilů či pilotů letadel. Z tohoto důvodu najala Rémonda NASA pro výběr astronautů pro projekt Apollo [7]. Při vývoji systému MATIDE používal Rémond poznatky J. Lillyho o topografických analýzách, znalosti G. Waltera o technikách EEG analýzy a W. McCulloch přinesl užitečné matematické aspekty. Opět se nejednalo o širokou komercializaci, ale spíše o kusovou výrobu v malých firmách pro využití v místních laboratořích. Situace se změnila až v roce 1964, kdy byl založen Francouzský národní institut pro výzkum zdraví a medicíny (INSERM) za účelem podpory průmyslové inovace ve zdravotnictví nejen za pomoci průmyslu, ale i univerzit [3].

V roce 1963 se Rémond a zaměstnanci z jeho neurofyziologické laboratoře L.E.N.A zúčastnili prvních projektů transatlantické biotelemetrie [4]. Napřed byly EEG údaje úspěšně vyslány z Anglie do USA a zpět do Evropy prostřednictvím kabelového a také satelitního spojení, které v 60. letech vypustila na oběžnou dráhu NASA. V následném pokusu ve stejném roce byly napřed srdeční ozvy (elektrokardiogram/EKG) plodu zaslány kabelovým spojením z USA do Rémondovy laboratoře v Paříži a o necelý měsíc později proběhl podobný experiment pomocí satelitního spojení. Ve všech případech se jednalo o významný mezník, který nejenže překonával jazykovou bariéru (přenášela se jen grafická data), ale zpětným přenosem bylo ověřeno, že kvalita/přesnost přenosu je dostačující pro zaznamenání přenesených dat a stanovení diagnóz na základě těchto dat. To významně přispělo ke spolupráci na poli medicíny a vyústilo v založení některých mezinárodních lékařských center. V červnu 1963 se dokonce konala online mezinárodní konference zdravotnické elektroniky. V rámci tohoto setkání byla zdravotní data přenesena kabelovým spojením mezi USA, Belgií a Francií, konkrétně Rémondovou laboratoří. Jak v Belgii, tak ve Francii se data nahrávala a analyzovala s naprosto stejným výsledkem. Tento úspěch byl nejen výsledkem přesných analýz, ale počátečním přesným definováním technických požadavků na veškeré zařízení a na zachování integrity přenášených dat.

Od 70. let se Rémond až do své smrti zabýval terapeutickou metodou zvanou biofeedback, tj. biologickou zpětnou vazbou [21]. Pacient má při této metodě nasazeny tři elektrody: dvě na uších a jednu na hlavě. Ty snímají

mozkové vlny a terapeut sleduje aktivitu mozku pomocí EEG přístroje. Narušené dráhy mozku lze terapií zpětné vazby pomocí kladné motivace obnovit a dokonce stimulací zvýšit výkon mozku lepším využíváním jeho potenciálu [22].

Antoine Rémond zemřel v Paříži roku 1998. Jeho laboratoř LENA však dále zdokonalovala moderní metody zobrazování mozkové aktivity. Rémondův žák a jeho pozdější nástupce ve funkci vedoucího laboratoře Bernard Renault dále rozvíjel jeho odkaz a v 90. letech už byla laboratoř vybavena i prvním magnetoencefalografickým přístrojem (MEG) se 151 magnetickými a 64 elektrickými snímači zajišťujícími pokrytí celé hlavy [7].

3 Členství v organizacích

V roce 1948 byl Rémond spolu s A. Baudouinem, H. Fishgoldem a H. Gastautem jedním ze zakladatelů Francouzské elektroencefalografické společnosti, kdy se stal jejím tajemníkem [1]. Rémond byl také jedním ze zakládajících členů organizace IFCN – International Federation of Clinical Neurophysiology (Mezinárodní federace klinické neurofyzilogie) [23], jejíž misí je podporovat dobrou praxi v klinické neurofyzilogii skrze celosvětové vzdělávání za účelem pochopení nervového systému a optimalizace diagnózy a léčby nervových chorob a zlepšení zdravotní péče v této oblasti. Diskuse o potřebě vzniku Federace poprvé mezi vědci proběhla v rámci odborného kongresu, který se konal v Národní nemocnici nervových chorob v Londýně v roce 1947. Zúčastnilo se ho 100 delegátů ze 17 zemí světa. Organizátorem druhého mezinárodním setkání byl právě Rémond. Konalo se v Paříži v roce 1949 a Federace na něm byla oficiálně ustavena pod původním názvem IFSECN – International Federation of Societies of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology spolu s jejím odborným časopisem *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* také známým jako *EEG Journal*. Prvním předsedou této organizace se stal Herbert Henri Jasper, Americký neurolog, který byl jedním z průkopníků používání EEG ke studiu elektrické aktivity mozku [24]. Rémond se stal v témže roce pokladníkem této organizace [23]. Členy organizace se nemohli stát jednotlivci, ale vědecká sdružení.

V letech 1965-1969 byl předsedou IFCN Rémond [25]. Než se stal předsedou, byla velice málo častá zasedání výkonného výboru Federace, a to z důvodu omezení cestovních nákladů přes oceán. Rémond dělal výzkum i pro mezinárodní letecké společnosti, proto mohl cestovat do různých desti-

nací téměř zadarmo, což také často dělal. Na konci svého působení v čele organizace se mu v roce 1969 podařilo zorganizovat kongres této federace (International Congress of EEG and Clinical Neurophysiology (ICEEGCN, v pořadí sedmý ročník), který se konal v hotelu El Cortez v San Diegu v Kalifornii ve Spojených státech. Zajímavostí je, že po dobu konání kongresu souhlasilo vedení hotelu s jeho přejmenováním na El Cortex. Jelikož se kongres odehrával v době Železné opony, panovaly obavy, že kvůli vízům se nebudou moci účastnit renomovaní vědci ze socialistických zemí [26]. Nakonec se jich účastnilo 12 – z bývalého Sovětského svazu, Československa a Rumunska [27].

Program kongresu pečlivě připravil Rémond a už tenkrát používal při přípravě počítač [26]. Následně po kongresu se Rémond zasloužil o vydání rozsáhlého sborníku, který byl zajímavý svým uspořádáním. Nejednalo se o klasický sborník z konference, ale o rozsáhlou příručku, ve které účastníci kongresu sepsali poučení o svém příspěvku, a to bez nároku na přesnou specifikaci podílu příspěvku na celkovém obsahu sborníku. Navíc nebyl sborník uspořádán podle jednotlivých podoborů neurofyzologie, ale podle druhů přístrojů používaných při vyšetřeních mozku. To svědčí o Rémondově uvědoměném zavádění techniky do diagnostiky neuroonemocnění a k uspořádání dat. Tento sborník stál u zrodu časopisu *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* zmíněného výše. Na sborníku se podílel nejen jako šéfredaktor, ale také tam přispěl svým článkem o výzkumu nervového systému.

Dlužno dodat, že usilovná práce na přípravě kongresu a sborníku v roli šéfredaktora se podepsala na Rémondově zdraví a s přípravou mu ve finále musela hodně pomáhat jeho zástupkyně Mary Brazier, která dokonce na přechodný čas převzala jeho povinnosti a pravomoci [26]. Na začátku kongresu se napřed volil nový předseda federace. V následujícím funkčním období tedy Rémond už nebyl předsedou, ale byl členem výkonného výboru. V tomto období se členy Federace stalo pět nových lékařských společností/asociací. Změnily se totiž právní podmínky pro přijetí s tím, že předmětem zájmu federace už není jen samotné EEG, ale měla širší záběr v oblasti neurologie. V rámci výše zmíněného časopisu Federace „EEG Journal“ přišel pak Rémond s myšlenkou, že bude vydávána pravidelná příloha, tzv. věstník, který bude sloužit k diseminaci novinek a novátorských přístupů v oblasti neurofyzologie. Počet stran časopisu se tak rozšířil na 1400 [26]. I když bylo vydávání pak nákladné, těšilo se velké oblibě, a zůstává v této podobě prakticky dodnes. V současné době má Federace 62 států [23] a v roce 2016 začala vydávat

ve spolupráci s Elsevier, nizozemským vydavatelstvím odborných lékařských časopisů a knih, druhý časopis zaměřený více na klinickou praxi v neurofyziologii než na výzkum [28].

Počítačové metody pro analýzu EEG signálů se začaly bouřlivě rozvíjet. Rémond byl přesvědčen o potenciálu počítačů a jejich využití v různých oborech. Proto v roce 1966 založil Skupinu pro aplikaci informatiky v neurofyziologii (Group for the Applications of Computing to Neurophysiology – GAIN) [7]. Skupina se později spojila s Mezinárodní asociací lékařské informatiky (The International Medical Informatics Association, (IMIA)), která byla vytvořena v roce 1968. Dodnes je cílem této organizace rozvíjet biomedicínskou a lékařskou informatiku skrze výzkum a vzdělávání v této oblasti, výměnu informací, znalostí a dovedností, to vše za účelem zkvalitnění lékařské péče [29]. Součástí IMIA je i Evropská federace lékařské informatiky (European Federation for Medical Informatics (EFMI) [30] [31], jejíž předsedou byl v letech 1976 až 1977 právě Rémond [32].

4 Závěr

Rémond odvedl za svého života v oblasti zkoumání mozku obrovský kus práce. Nebál se využít techniku v lékařství a ke zpracování dat. Naopak, zasloužil se o zdokonalení přístrojů používaných k sledování elektrické aktivity mozku a přispěl tak ke zlepšení péče o pacienty s Parkinsonovou chorobou, mozkovým nádorem a epilepsií. O své poznatky se děлил s vědeckou komunitou prostřednictvím publikování vědeckých článků, knih a svojí účastí na odborných konferencích. Navíc jako předseda Mezinárodní federace klinické neurofyziologie a Evropské federace lékařské informatiky aktivně podporoval setkávání vědců na mezinárodní úrovni. Není proto divu, že z jeho odkazu čerpají vědci do současnosti [33], podobně jako on sám na začátku své vědecké kariéry získával znalosti, zkušenosti a podporu v laboratořích předních lékařů a vědců své doby.

Odkazy na zdroje

[1] https://www.researchgate.net/publication/325454834_The_Most_Influential_Scientists_newline_in_the_Development_of_Medical_Informatics_21_Antoine_Remond_1917-1998

- [2]<https://cw.fel.cvut.cz/wiki/courses/a6m33ksy/start>
- [3]<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03091885/document>
- [4]https://sdmi.si/files/pdf_materiali/telemedicina%205.%20in%206.%20poglavje.pdf
- [5]<https://archives.aphp.fr/qui-sommes-nous/>
- [6]<https://lekarske.slovníky.cz/lexikon-pojem/berger-hans-1873-2>
- [7]<https://journals.openedition.org/histoire-cnrs/5062>
- [8]<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00347552>
- [9]https://www.researchgate.net/publication/319432804_History_of_psychosurgery_at_Sainte-Anne_Hospital_Paris_France_through_translational_interactions_between_psychiatrists_and_neurosurgeons/download
- [10]<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096758680500398X>
- [11]<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1528-1157.1996.tb00580.x>
- [12]<https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1944/erlanger/biographical/>
- [13]<https://www.nytimes.com/1975/11/18/archives/dr-detlev-w-bronk-78-of-rockefeller-u-is-dead.html>
- [14]<https://www.ilae.org/files/dmfile/Centenary-Ch9.pdf>
- [15]<https://www.cbdb.cz/autor-81749-john-c-lilly/knihy>

[16] https://monoskop.org/images/2/26/Heims_Steve_Joshua_The_Cybernetics_Group_1991.pdf

[17] <https://www.asc-cybernetics.org/foundations/history2.htm#MacyPeople>

[18] <https://www.asc-cybernetics.org/foundations/history/MacySummary.htm>

[19] <https://www.homolka.cz/nase-oddeleni/11635-neuroprogram/11635-odd-stereotakticke-a-radiacni-neurochirurgie-gama-nuz-osrn/11770-nase-sluzby/11771-klasicka-stereotakticka-neurochirurgie-invazivni-vykon/>

[20] <https://www.nemlib.cz/evokovane-potencialy/>

[21] <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2215-0366%2816%2930189-4>

[22] <https://www.cpzp.cz/clanek/1608-0-Zkusili-jste-biofeedback.html>

[23] <https://europepmc.org/article/pmc/pmc7536362>

[24] <https://cdnmedhall.ca/laureates/herbertjasper>

[25] <https://www.ifcn.info/history.asp>

[26] <https://www.ifcn.info/docs/history/sdarticle11.pdf>

[27] <https://www.sciencedirect.com/journal/electroencephalography-and-clinical-neurophysiology/vol/27/issue/7>

[28] <https://www.sciencedirect.com/journal/clinical-neurophysiology>

[29] <https://imia-medinfo.org/wp/>

[30]<https://imia-medinfo.org/wp/regional-members/>

[31]<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34584329/>

[32]<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8443138/figure/fig2/>

[33]<https://www.biusante.parisdescartes.fr/chn/docpdf/programS48.pdf>