

## Über die Rolle der nicht dominanten Hemisphäre in der Restitution der Sprache der Aphasischen

J. CZOPF

Neurologisch-Psychiatrische Universitätsklinik Pécs

Eingegangen am 10. April 1972

### The Role of the Non-Dominant Hemisphere in the Restitution of Speech in Aphasia

*Summary.* The role of the non-dominant hemisphere in the restitution of speech has been investigated with the method of intracarotid barbiturate injection in 30 patients. 25 of them were right-handed and 1 was left-handed aphasics; 4 patients with no signs of hemispheric lesion served as control.

The results obtained in 22 right-handed aphasic patients could be evaluated. In 10 of them the injection into the right carotid artery abolished speech, in 9 it moderately worsened speech, and in 3 it had no effect. Seven patients of the same group were also given a left-sided injection, which caused only a slight and transitory deterioration of the aphasic manifestations in 2 patients in whom the right-sided injection had abolished speech. In 4 patients both the left- and the right-sided injections worsened speech to about the same degree; in one patient the left-sided injection was followed by very grave aphasia, while the right-sided injection produced no effect.

These observations support the assumption that the non-dominant hemisphere has a basic role in the restitution of speech in aphasia. There seem to exist, however, considerable individual differences.

In 14 right-handed aphasic patients the right-sided injection was followed by a disturbance of consciousness, which was of hypnoid character in 5 and of apallic character in 9 patients. Thus, one can infer that after lesion of the dominant hemisphere the non-dominant hemisphere gains some importance also in the maintenance of consciousness. No relation was found between a change, if any, in the patient's emotional disposition and the side of the injection.

*Key words:* Cerebral Dominance — Aphasia — Intracarotid Barbiturate Injection — Blocking of Speech — Compensatory Mechanisms.

*Zusammenfassung.* Die Rolle der nicht-dominanten Hemisphäre in der Beserung der Sprache wurde an 30 Patienten mit der Methode der intracarotidealen Barbiturat-Injektion geprüft. Dieses Krankengut enthält 25 rechtshändige und 1 linkshändigen Aphasiker und zur Kontrolle 4 Patienten ohne Zeichen einer Schädigung der Großhirnhemisphären.

Verwerten konnte man die Resultate der rechten Injektionen bei 22 Aphasikern; von diesen hat der Eingriff die Sprachleistung bei 10 aufgehoben, bei 9 mäßig verschlechtert, bei 3 nicht beeinflußt. Bei 7 von ihnen wurde auch die Wirkung der linksseitigen Injektion geprüft. Diese führte in 2 Fällen, in denen die rechtsseitige Injektion die Sprache auslöschte, nur zu einer geringfügigen und kurz-

dauernden Zunahme der Sprachstörung. In 4 Fällen verschlechterte sich die Aphasie nach der linksseitigen Injektion etwa in gleichem Maße wie nach der rechtsseitigen. Schließlich erzielte die linksseitige Injektion in einem Fall eine schwere Aphasie, während die rechtsseitige Injektion keine wesentliche Änderung herbeiführte.

Die Befunde sprechen für eine grundsätzliche Bedeutung der nicht-dominanten Hemisphäre in der Restitution der Sprache.

Bei 14 rechtshändigen Aphasikern wurde die rechtsseitige Injektion von einer Bewußtseinsstörung gefolgt, die in 5 Fällen hypnoiden, in 9 Fällen apallischen Charakter hatte. Somit scheint die nicht-dominante Hemisphäre nach Läsion der dominanten auch im Aufrechterhalten des Bewußtseins eine Bedeutung zu gewinnen. Zwischen etwaiger Änderung der Stimmungslage und Seite der Injektion wurde kein Zusammenhang gefunden.

*Schlüsselwörter:* Hemisphärendominanz — Aphasie — Intracarotideale Barbituratinjektion — Sprachblockierung — Aphasierstitution.

Obgleich seit Jackson mehrere klinische Beobachtungen dafür sprechen, daß die rechte, d. h. nicht-dominante, Hemisphäre sprachliche Leistungen der linken übernehmen kann, sind in der Literatur nur wenige beweisende Ergebnisse zu finden. Wada (1949) hat die intracarotideale Barbituratinjektion als Methode für vorübergehende Aufhebung der Funktion einer Gehirnhälfte eingeführt und für die Bestimmung der dominanten Hemisphäre empfohlen. Terzian (1964) hat diese Methode treffend als „vorübergehende pharmakologische Hemisphärektomie“ bezeichnet. Mit dieser Methode haben wir die Rolle der rechten Hemisphäre in solchen Fällen geprüft, in welchen nach Auftritt der Aphasie die Sprachleistung sich besserte. Wir suchten eine Antwort auf die Frage, in welchem Grade die rechte (nicht-dominante) Hemisphäre für die Restitution der Sprache verantwortlich gemacht werden kann.

### Krankengut und Prüfungsmethode

30 Patienten wurden untersucht. 26 von ihnen waren Aphasische mit anderen Zeichen der Hemisphärenläsion. Die Untersuchung von 4 Kranken, die keine Krankheitszeichen einer lokalen Hemisphärenläsion hatten, diente zur Kontrolle. Die Aphasischen waren 25 *Rechtshänder* und 1 Linkshänder. Die Beurteilung der Händigkeit geschah nach Angaben der Kranken und ihrer Angehörigen, die wir betreffend einfache Handlungen — Schreiben, Werkzeuggebrauch — gefragt haben. Wir versuchten zu erfahren, ob in der Familie Linkshänder vorkamen. Die genaue Bestimmung der Händigkeit durch spezielle Proben konnte wegen der begleitenden Parese und der Störung des Sprachverständnisses nicht durchgeführt werden. Die klinische Diagnose war in 8 Fällen Hirngeschwulst, in 12 vasculärer Insult (Encephalomalacie in 8, intracraniales Aneurysma und begleitende intracerebrale Blutung in 2 Fällen, Embolie und Hirnblutung in je 1 Fall), in 5 Fällen traumatische intracraniale Blutung, in 1 Fall wurde die Sprachstörung durch einen atrophischen Prozeß erklärt.

Vor der Barbituratinjektion wurde eine neurologische Untersuchung vorgenommen und die Sprache am Tonband registriert. Nach der Einführung der

Punktionsnadel in die Carotis fand eine Kontrollprüfung statt. Nachher injizierten wir 100 mg Natrium Amytal (2 ml der 5%igen Lösung) in 3—5 sec in die Art. carotis interna. Die Richtigkeit der Injektion wurde allerdings angiographisch nicht kontrolliert. Bei 18 Patienten injizierten wir nur rechts. Bei 12 Kranken wurde die Injektion auf beiden Seiten mit einem Zeitunterschied von 15—30 min durchgeführt; die Reihenfolge der Seiten war verschieden. Während der Prüfung haben wir den Blutdruck gemessen, das EEG, und in einigen Fällen Puls und Atmung registriert und, soweit es zeitlich möglich war, nach Veränderungen im neurologischen Befund (Parese, Pyramidenzeichen usw.) gefahndet. Die Sprache wurde auf das Tonband aufgenommen. Nachdem der verbale Kontakt wieder möglich war, wurden die einfachsten Leistungen untersucht: automatische Sprache (z. B. Zahlenreihe, Tage der Woche, Namen der Monate), Nachsprechen, Benennung einiger Gegenstände, nachher die Konversationssprache (meistens Beantwortung von Fragen über die Erkrankung). Die sensorische Komponente der Sprache haben wir aus dem Verstehen von Fragen und Ausführung einfacher Aufgaben (z. B. Augenlidschluß, Handaufhebung usw.) beurteilt. Für eine Prüfung sonstiger gnostischer Leistungen reichten die zur Verfügung stehenden 3—8 min nicht aus.

## Ergebnisse

### A. Kontrollen

In den 4 *Kontrollfällen*, bei denen keine Sprachstörung bestand und auch keine anderen Zeichen einer Hemisphärenläsion zu finden waren, verursachte die Injektion der *rechten* Seite keine Aphasie; die Sprache blieb trotz leichter Dysarthrie — infolge von Facialis- und Hypoglossusparese — gut verständlich und flüssig. An anderen Zeichen der Hemisphärenausschaltung waren Hemiparese mit Pyramidenzeichen und ein langsamer Focus im EEG zu verzeichnen. Bei 2 dieser Kranken prüften wir auch die Wirkung der *linksseitigen* Injektion; sie erzielte eine 3—5 min dauernde Aphasie, nebst rechtsseitiger Hemiparese mit Pyramidenzeichen und einem EEG-Focus.

### B. Aphasische

- Bei 10 Patienten der aphasischen Gruppe wurde die Sprache nach der *rechtsseitigen* Injektion fast gänzlich aufgehoben. Bei einem dieser Kranken hat die Aphasie seit 3 Wochen bestanden; er war 17 jährig. Die längste Dauer der Aphasie belief sich auf 13 Jahre. Die Sprachstörung war in allen Fällen schwer. 8—10 min nach der Injektion ging die Sprachstörung auf den vor dem Experiment beobachteten Grad zurück. Im Laufe dieser Wiederkehr der Sprachleistung tauchten bei mehreren Kranken Worte, die während der Restitution der Sprache früher gelernt worden waren, ebenfalls früher auf, als die im Krankheitsverlauf später wiedererworbenen.

Diese Gruppe gestattet die Folgerung, daß bei ihr die rechte Hemisphäre im Wiedererlernen der Sprache eine entscheidende Bedeutung hatte. Bei 2 Kranken dieser Gruppe wurde auch eine links-

seitige Natrium-Amytal-Prüfung durchgeführt. Ihre Sprache wurde dadurch in wesentlich geringerem Maße und für kürzere Dauer beeinflußt als durch die rechtsseitige Injektion.

2. Bei 9 aphasischen Patienten verschlechterte die *rechtsseitige* Injektion die Aphasie nur mäßig. Bei diesen Kranken war die Aphasie leichter als bei den unter Punkt 1 erörterten, und sie bestand auch seit kürzerer Zeit (12 Tage bis 2 Jahre). 4 Patienten dieser Gruppe wurde auch linksseitig Natrium-Amytal injiziert. mit dem Effekt, daß danach die Aphasie sich etwa in gleichem Grade wie nach der rechtsseitigen Verabreichung verschlechterte.

3. Die rechtsseitige Barbiturat-Injektion beeinflußte bei 3 Patienten die Sprachstörung nicht, obgleich sie die Zeichen der Hemisphärenausschaltung hervorrief. Bei ihnen war die Aphasie leicht, sie bestand erst seit 2, 10 bzw. 14 Tagen, und zeigte schon während dieser Zeit eine Besserungstendenz. Linksseitige Injektion wurde nur bei einem dieser Kranken durchgeführt; sie verursachte schwere Aphasie. — Aus diesen Beobachtungen folgt, daß in der Gruppe die rechte Hemisphäre keine wesentliche Bedeutung für die Sprache hatte.

Die Daten von 4 Patienten verwerten wir nicht, da einer von ihnen Linkshänder und deshalb bei ihm die Hemisphärendominanz unklar war, und bei 3 Beruhigungsmittel, die vor der Prüfung verabreicht wurden, eine Somnolenz hervorriefen, welche die Sprache beeinflussen konnte.

### *C. Psychische Veränderungen nach der Injektion*

Bei 4 nicht aphasischen Patienten rief weder die rechtsseitige noch die linksseitige Barbituratinjektion eine *Bewußtseinsstörung* hervor. Bei 14 von den 22 Aphasischen wurde das Bewußtsein nach der rechtsseitigen Injektion kurzdauernd gestört, 2 wurden schlaftrig, 3 schliefen ein. 9 Patienten schienen wach zu sein, insofern als sie mit offenen Augen dalagen, jedoch nicht sprachen, unsere Fragen nicht zu verstehen schienen und unsere Aufforderungen nicht befolgten. In einigen Fällen wichen die Augen konjugiert nach der Gegenseite ab. Dieser Zustand dauerte  $1-1\frac{1}{2}$  min; er wurde meistens von einer Unruhe begleitet, die aber bald abklang. Je schwerer die Aphasie, desto schwerer war die Bewußtseinsstörung.

In 7 Fällen wurde auch die linksseitige Prüfung ausgeführt, rief aber nur in 2 eine Somnolenz hervor, während die rechtsseitige Injektion in denselben Fällen keine Veränderung des Bewußtseins verursachte. In keinem der 7 Fälle entstand die oben geschilderte, der apallischen ähnliche Bewußtseinsstörung.

Der rechtsseitigen Injektion folgten von den 22 Fällen in 16 eine *motorische Unruhe*, während eine solche nach der linksseitigen Injektion

nur einmal beobachtet wurde, und zwar in leichterem Grade als nach der rechtsseitigen. Die Unruhe dauerte 1—2 min.

In 4 Fällen wurde die *Stimmungslage* nach der rechtsseitigen Injektion depressiv, in 4 dagegen euphorisch mit Logorrhoe gepaart. Bei der linksseitigen Prüfung haben wir nur in 1 Falle Depression gesehen, in den anderen blieb die Stimmungslage unverändert.

Die intracarotideale Barbiturat-injektion verursachte für 2—4 min eine ipsilaterale Verlangsamung des *EEG* in Form einer theta-delta-Tätigkeit hoher Spannung sowie eine kontralaterale Hemiparese mit Pyramidenzeichen. In der ersten Minute nach der Injektion konnten wir eine Beschleunigung der Atem- und Pulsfrequenz registrieren, unabhängig davon, auf welcher Seite die Injektion geschah.

### Besprechung

Aus der Literatur möchten wir folgende Beobachtungen anführen, welche die Annahme unterstützen, daß die *nicht-dominante Hemisphäre die Funktion der dominanten übernehmen kann*.

1. 1947 hat Sántha den Fall eines 31jährigen rechtshändigen Patienten veröffentlicht, bei dem nach Abtragung der linksseitigen unteren Stirnwundung wegen Hirngeschwulst nur eine amnestische Aphasie festzustellen war. Der Verfasser nahm an, daß die Sprachleistung von den kontralateralen identischen Hirnteilen übernommen wurde.

2. Nielsen berichtete über einen Fall, in dem nach Besserung einer rechtsseitigen Hemiparese und Aphasie, 2 Jahre später Aphasie sich zu einer linksseitigen Hemiparese hinzugesellte.

3. Krynauw (1950) veröffentlichte 20 Fälle, in welchen nach linksseitiger Hemisphärektomie wegen infantiler Hemiplegie die Patienten wieder sprechen gelernt haben. Über ähnliche Befunde haben Alcalde (1951) und Obrador (1954) berichtet.

4. Es wurden Fälle mitgeteilt, die zeigen, daß nach Hemisphärektomie der linken Seite wegen Geschwulst die Sprache auch im Erwachsenenalter wiederkehrt. Hilliers 14jährige Patientin, deren dominante Hemisphäre entfernt wurde, hat in 2 Jahren wieder sprechen gelernt. Smith hat die linke Hemisphäre eines rechts-händigen 47jährigen Patienten wegen Gliom entfernt; in 7 Monaten besserte sich die Sprache wesentlich, der Kranke konnte seine Gedanken ausdrücken. Smith zitiert die Beobachtungen von Crockett und Stridge.

5. Vor kurzem erschien Kinsournes Arbeit, welche über die Bedeutung der nicht-dominanten Hemisphäre für die Sprachleistung in 3 Aphasiefällen berichtet. Bei 2 Kranken beeinflußte die linksseitige Natrium-Amytal-Injektion die Sprache nicht, während die rechtsseitige die Sprachreste auslöschte. Bei 1 Patienten wurde nur linksseitige Injektion vorgenommen, und diese ließ die Sprache unbeeinflußt. Kinsbourne nimmt individuelle Unterschiede hinsichtlich der Bedeutung der nicht-dominanten Hemisphäre an.

In unseren Versuchen an 22 Patienten führte die rechtsseitige „vorübergehende pharmakologische Hemisphärektomie“ bei 19 zur Verschlechterung der Sprache, darunter bei 10 in hohem Grade. Es

muß also bei diesen Kranken die rechte Hemisphäre die Funktion der linken im wesentlichen übernommen haben.

Die Verschlechterung der Sprache nach der vorübergehenden Ausschaltung der rechten Hemisphäre erreichte in den Fällen einen besonders hohen Grad, in denen die Aphasie ursprünglich sehr schwer war und ihre Entstehung meistens bereits längere Zeit zurücklag. Deshalb dürfte man annehmen, daß die Ersatzleistung der nicht-dominanten Hemisphäre im zeitlichen Verlauf zunimmt.

Wir konnten einen wesentlichen Unterschied in der Ersatzfähigkeit der rechten Hemisphäre zwischen Fällen mit Tumoren oder mit vaskulären Insulten nicht feststellen. Nach Nielsen können die einzelnen — visuelle, akustische und motorische — Komponenten der Sprache unabhängig voneinander übernommen werden. Da für die Untersuchung nach der Injektion nur 3—8 min zur Verfügung stehen, können wir auf die verschiedenen Komponenten der in der Restitutionsphase gelernten Sprache keine Schlüsse ziehen. Die Folgen der linksseitigen Injektionen weisen darauf hin, daß die beiden Hemisphären in umgekehrtem Verhältnis in der Sprachleistung der Aphasischen teilnehmen. Nach Entfernung der epileptogenen Zonen von 24 aphasischen Epileptikern sah Roberts in 16 Fällen eine vorübergehende Verschlechterung der Sprache, was sich dahin deuten läßt, daß die herdsitzige Hemisphäre an der Restitution der Sprache beteiligt war. Wahrscheinlich ist der Anteil der beiden Hemisphären an der Wiedererlangung der Sprachleistungen auch individuell verschieden. Zu beachten ist ferner, daß die geschädigten Hirnteile eine hemmende Wirkung auf die kontralateralen Leistungen haben können. In diesem Sinne läßt sich die Tatsache werten, daß nach volliger Entfernung der geschädigten Hemisphäre die Besserung der Sprache schneller erfolgt als nach partieller (Gloning).

Serafetinides u. Mitarb. haben nach intracarotideaer Barbiturat-injektion der dominanten Hemisphäre schwere, dagegen nach Injektion an der nicht-dominanten Seite keine oder nur leichte Bewußtseinstörungen beobachtet. Rosadini u. Mitarb. konnten in 69 eigenen Beobachtungen einen solchen Unterschied nicht finden. Alema u. Mitarb. berichten selbst nach beiderseitiger intracarotideaer Barbiturat-injektion nur über eine „Aufhebung der Aufmerksamkeit“. Obrador konnte nach Hemisphärektomie durch kontralaterale Injektion einen Bewußtseinsverlust erzielen. Terzian sah nach linksseitiger Injektion kein Koma, sondern einen Zustand von 30—60 sec Dauer, den er als „Arrest“ bezeichnet.

In unserem Material trat in Fällen, in welchen wir den Schluß als gerechtfertigt ansehen, daß bei schwerer Aphasie in der Sprachrestitution die rechte, „nicht-dominante“ Hemisphäre eine wesentliche

Rolle hatte, eine eigenartige *Verhaltens- und Bewußtseinsstörung mit Mutismus* auf. 9 Patienten lagen nach der rechtsseitigen Injektion mit offenen Augen da, reagierten nicht auf ihre Umgebung und sprachen nicht. Dieser Zustand kann zwar für das Sprechen als eine totale Aphasie gewertet werden, doch war es auch keine hypnoide Bewußtlosigkeit, sondern dem sog. apallischen Syndrom ähnlich, war sie doch durch die Ausschaltung beider Hemisphären — der einen durch den Krankheitsprozeß, der anderen durch die Injektion — bedingt. Wenn die linksseitige Läsion nur leichten Grades war, trat eine derartige Verhaltens- und Bewußtseinsstörung nicht auf. In weiteren 5 Fällen konnten wir eine vorübergehende Somnolenz feststellen.

Es ist nicht allgemein anerkannt, daß die dominante Hemisphäre im Aufrechterhalten des Bewußtseins eine führende Rolle spielt, und eine solche Folgerung erlauben auch unsere Beobachtungen nicht. Sie scheinen jedoch darauf hinzuweisen, daß nach Schädigung der dominanten Hemisphäre die früher nicht-dominante für den Bewußtseinszustand eine wichtige Rolle gewinnt.

Es fragt sich, ob nicht die auf die Barbituratinjektion folgende Bewußtseinsstörung auch für die Verschlechterung der Sprache verantwortlich ist. Gegen einen solchen Zusammenhang spricht, daß die Beeinträchtigung der Sprache auch ohne Bewußtseinsstörung vorkam, sowie der Unterschied zwischen den Folgen der rechts- und der linksseitigen Injektion.

Die intracarotideale Barbituratinjektion wurde — entsprechend den Angaben der Literatur — von einer 2—4 min dauernden Verlangsamung des EEG gefolgt (Wada, 1949, 1960; Alema u. Rosadini, 1961; Gloor u. Mitarb.; Iannone u. Mitarb., 1961; Obrador u. Mitarb., 1961; Perria u. Mitarb., 1961; Rovit u. Mitarb., 1960—1961; Tengesdal, 1963; Barlow, 1964; Perez-Borja, 1963; Branch u. Mitarb.; Coceani u. Mitarb., 1966; Serafetinides, 1965; Terzian, 1964). Kontralaterale Theta- und Delta-Wellen können eine sekundäre synchrone Erscheinung sein. Man könnte sich allerdings vorstellen, daß das Barbiturat auch die kontralaterale Hemisphäre erreicht und ihre Tätigkeit beeinflußt. Jedoch erzeugt nach Angaben der Literatur die Injektion der Hälfte der von uns angewandten Barbituratdosis keine wesentliche Veränderung der Sprache und es ist unwahrscheinlich, daß in unseren Versuchen eine größere Barbituratmenge in die kontralaterale Hemisphäre gelangte. Die Einspritzung geschah unter mäßigem Druck in 3—5 sec, und an den Angiogrammen, die bei 4 Patienten aufgenommen wurden, blieb selbst bei höherem Druck die Füllung auf die Seite der Injektion beschränkt. Ferner haben wir in einigen Fällen mit Hilfe der Isotopen-dilutionsmethode gefunden, daß an der Injektionsseite der Blutgehalt

der Hemisphäre zunahm, was auch gegen einen — zum mindesten stärkeren — Übertritt der injizierten Substanz auf die Gegenseite spricht.

Schließlich fragt es sich, ob der Auswirkung der Injektion auf die Sprache nicht ein „pseudobulbärer“ Mechanismus zugrunde lag, d. h. ob diese nicht eine Anarthrie bewirkte. Damit kann aber nicht erklärt werden, daß die hervorgerufene Sprachstörung das Abklingen der anderen neurologischen Zeichen, einschließlich der Störung der Sprachartikulation, mehrere Minuten überdauert hat. Vollends für die aphasische Natur der Sprachverschlechterung spricht deren sensorische Komponente.

Nach Terzian, Cecotto sowie Rosadini u. Perria erzielt die Injektion der dominanten Hemisphäre Depression und die der nicht-dominanten Euphorie. Wie Tengesdal, konnten auch wir diesen Zusammenhang nicht finden. Bei der rechtsseitigen Prüfung haben wir in 4 Fällen Euphorie gefunden, und in ebenso vielen Depression. Allerdings wird ein Vergleich deshalb fragwürdig, weil in unseren Fällen die dominante Hemisphäre geschädigt war, und deswegen es sich nicht ausschließen läßt, daß die Beeinflußbarkeit der Stimmungslage schon Folge der Verschiebung der Dominanz wäre.

Unsere Ergebnisse liefern weitere Hinweise für die Ansicht, daß die Relation der beiden Hemisphären auch im Erwachsenenalter nicht als fixiert anzusehen ist, und in pathologischen Zuständen die nicht-dominante Hemisphäre Leistungen der dominanten in erheblichem Maße übernehmen kann. Man muß damit rechnen, daß, wenn die dominante Hemisphäre geschädigt ist und eine Sprachstörung besteht, ein chirurgischer Eingriff an der nicht-dominanten deren Verschlechterung herbeiführt.

### Literatur

- Alcalde, S. O.: cit.: Gardner, W. J., Carnosh, L. J., McClure, Ch., Gardner, K.: Residual function following hemispherectomy for tumor and for infantile hemiplegia. *Brain* **78**, 487—502 (1955).
- Alema, G., Perria, L., Rosadini, G., Rossi, G. F., Zettoni, J.: Functional inactivation of the human brain stem related to the level of consciousness. *J. Neurosurg.* **3**, 629—639 (1966).
- Rosadini, G.: Transient manifestation of aphasia due to the introduction of sodium amytal into the carotid circulation. *Excerpta Med. Section VIII. Congress of Neurology* 1961, pp. 36—37.
- Données cliniques et EEG de l'introduction d'Amytal sodium. *Acta neurochir. (Wien)* **12**, 240—257 (1965).
- Barlow, J. S., Rovit, R. L., Gloor, P.: Correlation analysis of EEG changes induced by unilateral intracarotid injection of amobarbital. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **16**, 213—220 (1964).
- Branch, Ch., Milner, B., Rasmussen, Th.: Intracarotid sodium amytal for the lateralisation of cerebral speech dominance. *J. Neurosurg.* **21**, 399—405 (1964).

- Cocceani, F., Libman, I., Gloor, P.: The effect of intracarotid amobarbital injections upon experimentally induced epileptiform activity. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **20**, 542—558 (1966).
- Gloning, I., Gloning, K., Hoff, H.: Die Dominanz einer Hemisphäre. *Nervenarzt* **25**, 49—55 (1954).
- Gloor, P., Rasmussen, T., Garretson, H., Maroun, F.: Fractionized intracarotid metrazol injection. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **17**, 322—327 (1964).
- Hillier, W. F.: Total left hemispherectomy for malignant gliom. *Neurology (Minneapolis)* **4**, 718—721 (1954).
- Iannone, A. M., Morrell, F.: Experiments with intracarotid amyta in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **13**, 306—307 (1961).
- Jackson, J. H.: On affection of speech from disease of the brain. *Brain* **1**, 304—330 (1878—79).
- Kinsbourne, M.: The minor cerebral hemisphere as a source of aphasic speech. *Arch. Neurol. (Chic.)* **25**, 302—306 (1971).
- Krynauw, R. A.: Infantile hemiplegie treated by removing one cerebral hemisphere. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* **13**, 243—267 (1950).
- Nielsen, J. M.: Agnosia, apraxia, aphasia (their value in cerebral localisation). New York-London: Paul B. Hoeber, Inc. Medical Book Department of Harper and Brothers 1948.
- Obrador, S., Carrascosa, R., Carbonell, J.: Study of some motor syndroms rigidity, tremor, spasticity and hemidecortication) by the carotid amyta test. *J. Neurosurg.* **18**, 507—511 (1961).
- Penfield, W., Roberts, L.: Speech and brain mechanism. Princeton-New Jersey: Princeton Univ. Press 1959.
- Perez-Borja, C., Rivers, M. H.: Some scalp and depth electrographic observations on the action of intracarotid sodium amyta injection on epileptic discharges in man. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **15**, 588—598 (1963).
- Perria, L., Rosadini, G. R., Rossi, G. F.: Determination of side of cerebral dominance with amobarbital. *Arch. Neurol. (Chic.)* **4**, 173—181 (1961).
- Roberts, L.: Handedness and cerebral dominance. *Trans. Amer. Neurol. Ass.* **VI**, 143—148 (1955).
- Functional plasticity in cortical speech areas and integration of speech. *Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.)* **79**, 275—283 (1958).
  - Rosadini, G., Rossi, G. F.: Ricerche sugli effetti electroencephalografici neurologici e psichici della somministrazione intracarotidea di amyta sodico nell'uomo. *Acta neurochir. (Wien)* **9**, 234—250 (1961).
  - — On the suggested cerebral dominance for consciousness. *Brain* **90**, 10—112 (1967).
- Rovit, R. L., Gloor, P., Rasmussen, Th.: Intracarotid amobarbital in epileptic patients. *Arch. Neurol. (Chic.)* **5**, 42—62 (1961).
- Hardy, J., Gloor, P.: Electroencephalographic effect of intracarotid amobarbital on epileptic activity. *Arch. Neurol. (Chic.)* **3**, 642—655 (1960).
- Sántha, K.: Über die sog. gekreuzte Aphasia (ung.). *Orv. Hetil.* **15**, 410—411 (1937).
- Fast totale Abtragung der linken dritten Stirnwundung ohne motorische Aphasia. Zur Frage der amnestischen Aphasia frontalen Ursprungs. *Msch. Psychiat. Neurol.* **114**, 179—192 (1947).
  - Das Sprachzentrum und die gekreuzte Aphasia in erbbiologischer Sicht (ung.). *Ideggjög. Szle* **8**, 33—39 (1955).
- Serafetinides, E. A., Driver, M. V., Hoare, R. D.: EEG pattern induced by intracarotid injection of sodium amyta. *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* **18**, 170—175 (1965).

- Serafetinides, E. A., Hoare, R. D., Driver, M. J.: Intracarotid sodium amylobarbitone and cerebral dominance for speech and consciousness. *Brain* **88**, 107—130 (1965).
- Smith, A.: Ambiguities in concepts and studies of brain damage and organicity. *J. Neurol. ment. Dis.* **135**, 311—326 (1962).
- Speech and other function after left (dominant) hemispherectomy. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* **29**, 467—471 (1966).
- Schwartz, B.: Hemispheric dominance and consciousness. *Acta neurol. scand.* **48**, 513—525 (1967).
- Tengesdal, M.: Experiences with intracarotid injection of sodium amytal. *Acta neurol. scand. Suppl.* **4**, 329—343 (1963).
- Terzian, H.: Behavioural and EEG effects of intracarotid sodium amytal injection. *Acta neurochir. (Wien)* **12**, 230—239 (1965).
- Wada, J., Rasmussen, Th.: Intracarotid injection of sodium amytal for the lateralisation of cerebral speech dominance. *J. Neurosurg.* **17**, 266—282 (1960).

Dr. J. Czopf  
Neurologisch-Psychiatrische  
Universitätsklinik Pécs  
Rét u. 2 sz.  
Pécs/Ungarn