Использование методов искусственного интеллекта в дифференциальной диагностике рассеянного склероза

Павлов Николай Александрович
невролог, магистр гос. управления в сфере здравоохранения

Skoltech
Сколковский институт науки и технологий

Научный
ЦЕНТР НЕВРОЛОГИИ

Автопилот ≅ Автоврач

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

Influence of Computer-Aided Detection on Performance of Screening Mammography

Joshua J. Fenton, M.D., M.P.H., Stephen H. Taplin, M.D., M.P.H., Patricia A. Carney, Ph.D., Linn Abraham, M.S., Edward A. Sickles, M.D., Carl D'Orsi, M.D., Eric A. Berns, Ph.D., Gary Cutter, Ph.D., R. Edward Hendrick, Ph.D., William E. Barlow, Ph.D., and Joann G. Elmore, M.D., M.P.H.

1998–2002 гг., 43 медицинских учреждения, **429 345** маммограмм

- Специфичность снизилась с 90,2% (до введения компьютерных систем диагностики) до 87,2% (P<0,001)
- Доля биопсий увеличилась на 19,7% (P<0,001)
- Повышение чувствительности с 80,4% до 84,0%, а также выявляемости рака с 4,15 до 4,20 на 1000 наблюдений не было значимым (P=0,32 и P=0,90 соответственно)

April 5, 2007
N Engl J Med 2007; 356:1399-1409
DOI: 10.1056/NEJMoa066099

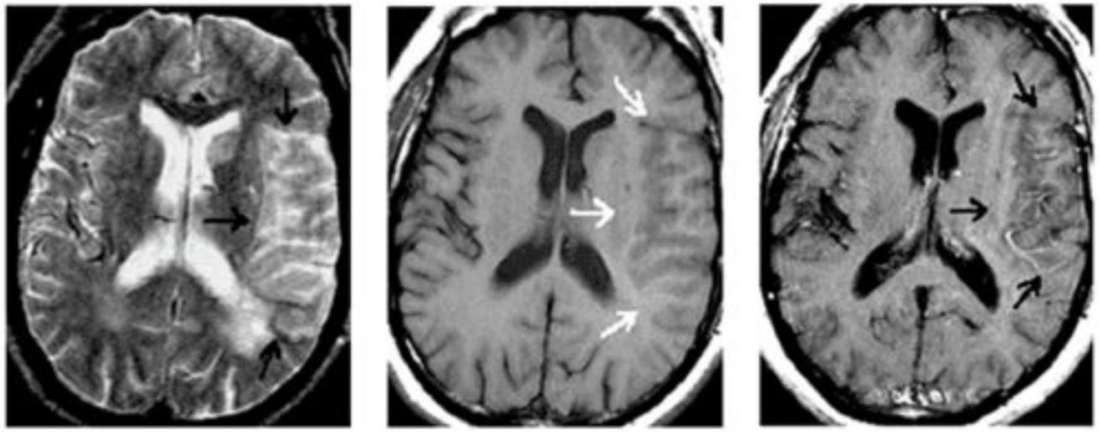
СППВР, основанные на правилах

Набор правил может быть использован для обнаружения инсульта на медицинских изображениях, например:

–> инсульт обычно локализован в одном полушарии

–> легкое очаговое изменение контраста

–> потеря анатомических границ



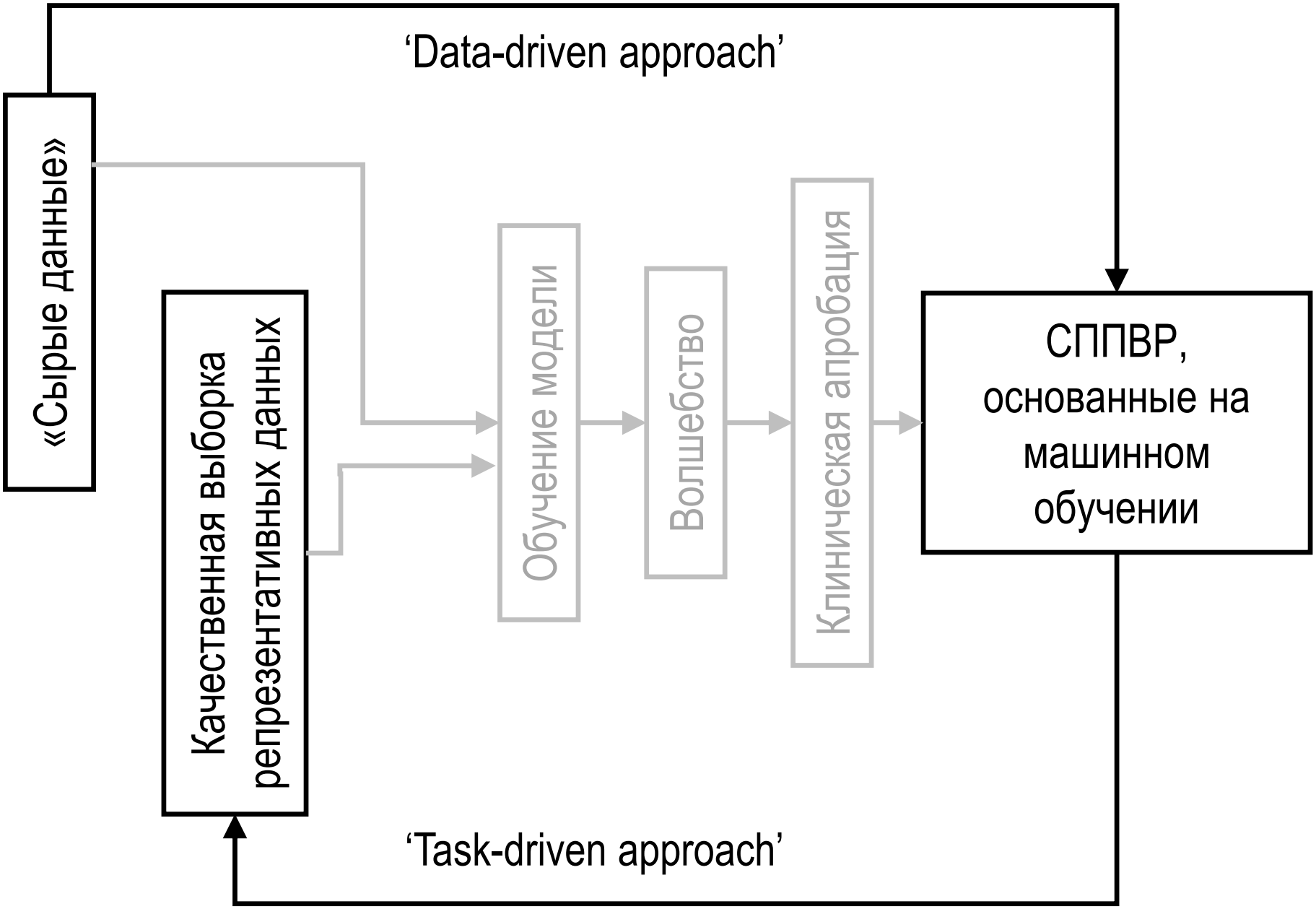
T2 T1-non T1-gad

Слайд любезно предоставлен проф. М. Г. Беляевым

СППВР, основанные на правилах

СППВР, основанные на машинном обучении

- Методы глубокого обучения – обучение на примерах
- «ИИ» – интеллект с лучшей памятью и вниманием, но имеющий право на ошибку


‘Data-driven approach’
«Сырые данные»
Качественная выборка репрезентативных данных
Обучение модели
Волшебство
Клиническая апробация
СППВР, основанные на машинном обучении
‘Task-driven approach’

Актуальность применения методов ИИ для диагностики РС

–> изменения, наблюдаемые с помощью магнитно-резонансной томографии, характерные, но **не специфичные**

–> на основе МРТ нельзя поставить диагноз, однако зачастую результаты являются **решающими в принятии решения** неврологом и лечащим врачом

–> ошибочный диагноз РС влечет за собой **неправильную терапию**, в том числе, дорогостоящими препаратами, изменяющими течение РС

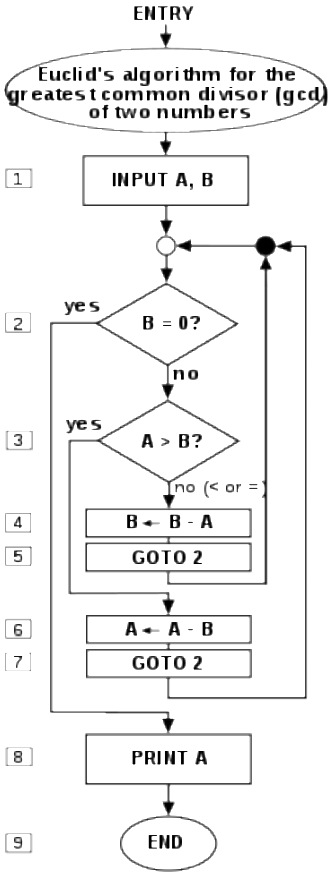
–> финансирование терапии РС приходится практически полностью на федеральный бюджет (программа «7 высокозатратных нозологий»)

Критерии MAGNIMS/ McDonald для диагностики РС – набор правил?

	Number of lesions with objective clinical evidence	Additional data needed for a diagnosis of multiple sclerosis
≥2 clinical attacks	≥2	None*
≥2 clinical attacks	1 (as well as clear-cut historical evidence of a previous attack involving a lesion in a distinct anatomical location†)	None*
≥2 clinical attacks	1	Dissemination in space demonstrated by an additional clinical attack implicating a different CNS site or by MRI‡
1 clinical attack	≥2	Dissemination in time demonstrated by an additional clinical attack or by MRI§ OR demonstration of CSF-specific oligoclonal bands¶
1 clinical attack	1	Dissemination in space demonstrated by an additional clinical attack implicating a different CNS site or by MRI‡ AND Dissemination in time demonstrated by an additional clinical attack or by MRI§ OR demonstration of CSF-specific oligoclonal bands¶

If the 2017 McDonald Criteria are fulfilled and there is no better explanation for the clinical presentation, the diagnosis is multiple sclerosis. If multiple sclerosis is suspected by virtue of a clinically isolated syndrome but the 2017 McDonald Criteria are not completely met, the diagnosis is possible multiple sclerosis. If another diagnosis arises during the evaluation that better explains the clinical presentation, the diagnosis is not multiple sclerosis. An attack is defined in panel 1. *No additional tests are required to demonstrate dissemination in space and time. However, unless MRI is not possible, brain MRI should be obtained in all patients in whom the diagnosis of multiple sclerosis is being considered. In addition, spinal cord MRI or CSF examination should be considered in patients with insufficient clinical and MRI evidence supporting multiple sclerosis, with a presentation other than a typical clinically isolated syndrome, or with atypical features. If imaging or other tests (eg, CSF) are undertaken and are negative, caution needs to be taken before making a diagnosis of multiple sclerosis, and alternative diagnoses should be considered. †Clinical diagnosis based on objective clinical findings for two attacks is most secure. Reasonable historical evidence for one past attack, in the absence of documented objective neurological findings, can include historical events with symptoms and evolution characteristic for a previous inflammatory demyelinating attack; at least one attack, however, must be supported by objective findings. In the absence of residual objective evidence, caution is needed. ‡The MRI criteria for dissemination in space are described in panel 5. §The MRI criteria for dissemination in time are described in panel 5. ¶The presence of CSF-specific oligoclonal bands does not demonstrate dissemination in time per se but can substitute for the requirement for demonstration of this measure.

Table: **The 2017 McDonald criteria for diagnosis of multiple sclerosis in patients with an attack at onset**



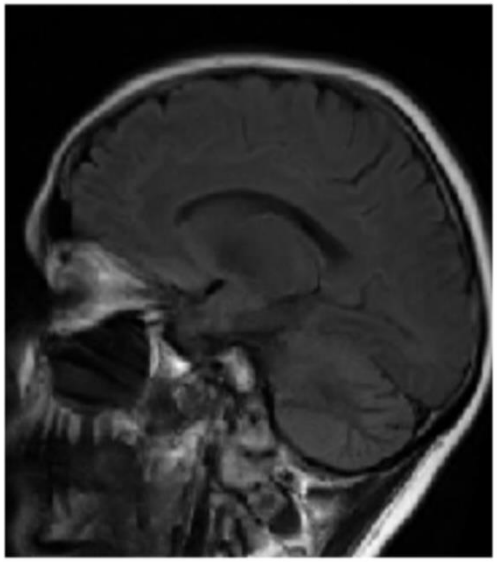
«Proof-of-concept»: комбинированный алгоритм для дифференциальной диагностики РС, сосудистых патологий

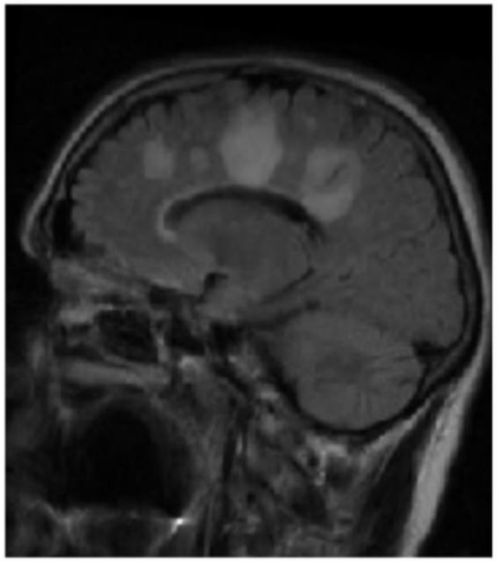
Исследователь:

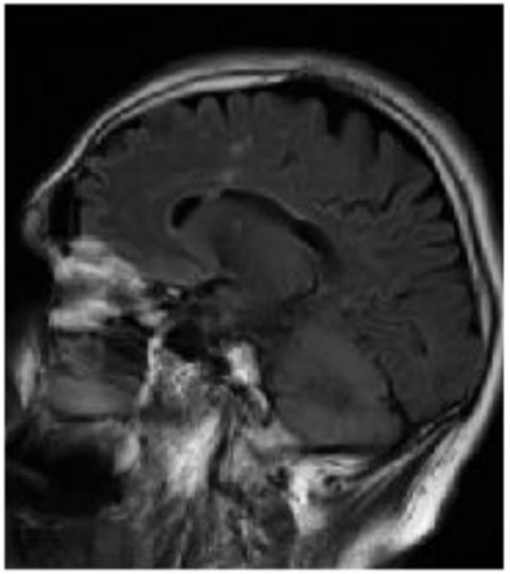
М. Г. Беляев, проф. Сколковского института науки и технологий

Партнеры:

- А. В. Владзимирский, НПЦ мед. радиологии ДЗМ
- В. В. Брюхов, ФГБНУ «Научный центр неврологии»







Слайд любезно предоставлен проф. М. Г. Беляевым

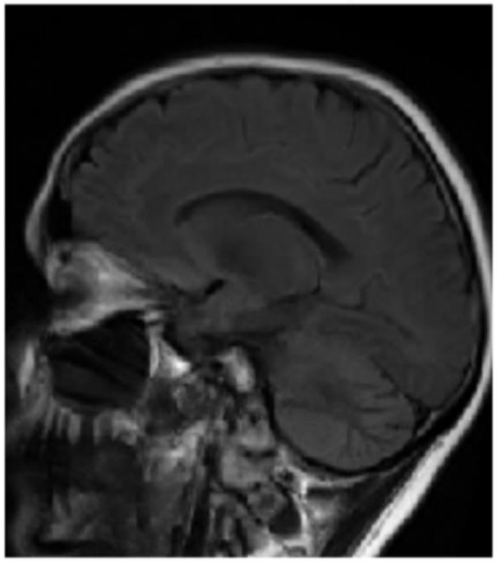
«Proof-of-concept»: комбинированный алгоритм для дифференциальной диагностики РС, сосудистых патологий

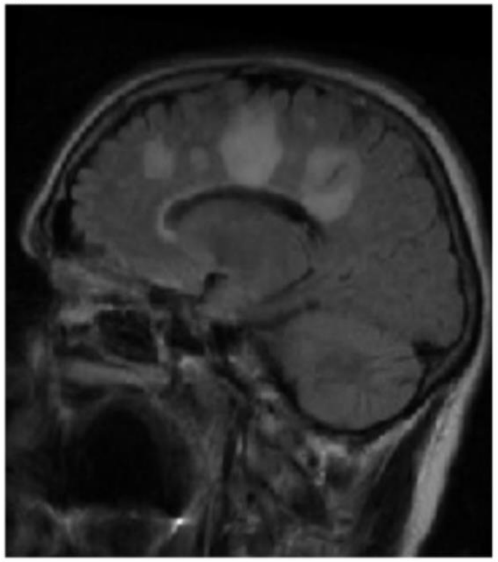
Входные данные:

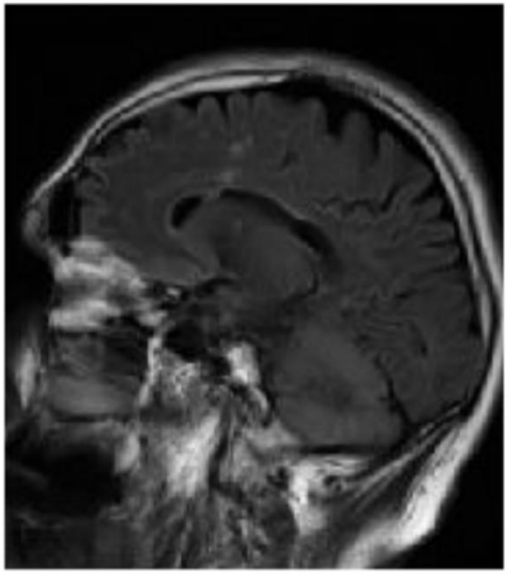
Акс., саг. FLAIR: ~300 наблюдений РС, ~1000 контроль

Выходные данные:

- нозологический диагноз (РС/ сосудистая патология/ норма)
- для части случаев с РС – оценка по шкале MAGNIMS



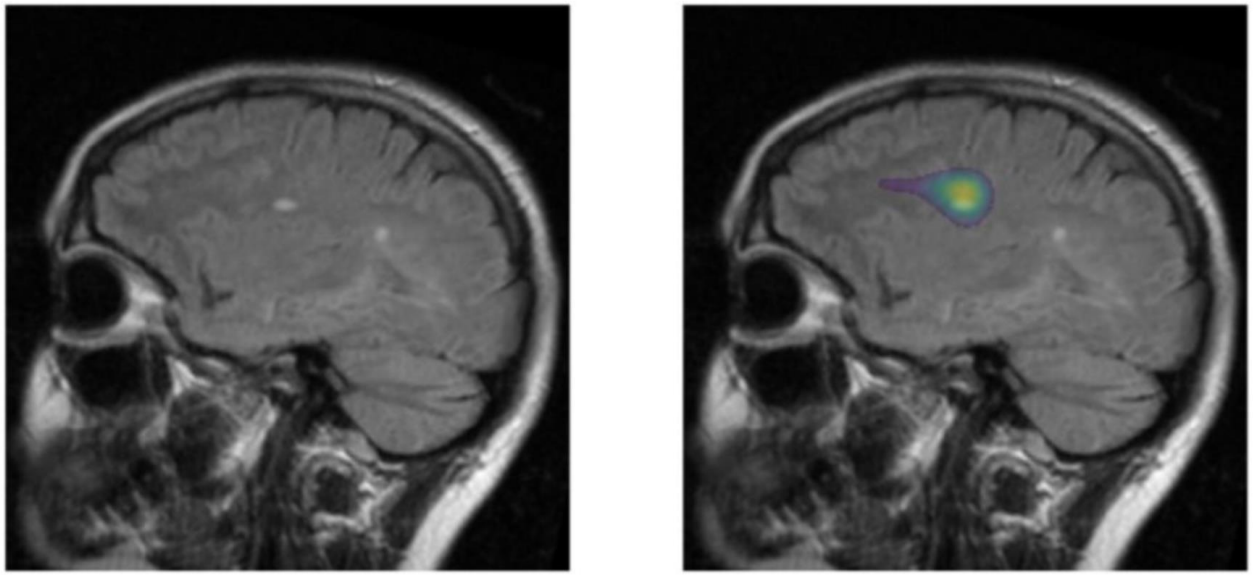




Слайд любезно предоставлен проф. М. Г. Беляевым

«Proof-of-concept»: Результаты

- Анализ построенного алгоритма показал, что он способен определять грубую локализацию очага (цветом выделен сегмент изображения, важный для принятия решения)



- Автоматическая оценка критериев MAGNIMS –> более интерпретируемый результат анализа

Слайд любезно предоставлен проф. М. Г. Беляевым

«Proof-of-concept»: выявленные проблемы

- Сбор репрезентативных данных крайне затруднен
  - режимы МРТ (T1-weighted, T2-weighted, FLAIR, др.) настраиваются на каждом томографе отдельно (даже одной модели) и поэтому результаты незначительно отличаются
  - различия в протоколах (РС/ норма), моделях томографов приводят к смещенной выборке, пагубно отражающейся на универсальности решения

- Возможности апробации в клинической практике ограничены в связи с особенностями предоставленной выборки

Подход «диагноз-исключение»

Рассеянный склероз

vs

Table 8.2 Diseases causing multiple lesions sometimes with a relapsing–remitting course

Acute disseminated encephalomyelitis
acute haemorrhagic encephalomyelitis
post-vaccinial encephalomyelitis
Systemic lupus erythematosus
Anti-phospholipid antibody syndrome
Primary Sjögren's syndrome
Behçet's disease
Central nervous system vasculitis
as part of a systemic vasculitis
isolated central nervous system vasculitis
systemic sclerosis
Susac syndrome
Noninflammatory vascular disorders
CADASIL
Sarcoidosis
Chronic infections
Lyme disease
meningovascular syphilis
Human immunodeficiency virus (HIV) encephalitis
progressive multifocal leucoencephalopathy
subacute sclerosing panencephalitis
Whipple's disease
Primary cerebral lymphoma
Mitochondrial disease

C. Confavreux et al. (2006) McAlpine's Multiple Sclerosis. Fourth Edition.

Планы на ближайшее будущее

- Подход «диагноз-исключение»

- Расширение выборки:
  - несколько учреждений одного региона
  - разные марки оборудования
  - данные динамического наблюдения

- Использование клинических данных в целях:
  - разметки DICOM-исследований (клинический диагноз)
  - повышения точности алгоритма на основе данных электронных медицинских карт (например, оценки по шкале EDSS)

- Апробация модели в реальных клинических условиях

Павлов Николай Александрович

+7 (909) 680 5042
n.pavlov@skoltech.ru

Skoltech
Сколковский институт науки и технологий

Научный
ЦЕНТР НЕВРОЛОГИИ