* Ziel
  + Sie wollen neurodegenerative und neurologische disorders untersuchen. Ein Biomarker dazu ist cortical thickness.
  + Diese wollen sie von MRI ablesen
  + Es gibt bestehende Technik Diffeomorphic registraiton-based cotrtical thickness (DiReCT)
    - Basierend auf non-surface-based volumetric tissue maps
    - Ich glaube volumetric map ist 3D Model von tissues. Non-surface-based heisst evt. dass es nicht Mesh ist sondern Ansammlung von Features
  + ANT nutzt DiReCT anhand einer atlas-based segmentation
  + Sie schlagen DL+DiReCT vor in welcher sie DiReCT mit deep learning based neuroanatomy segmentation nutzen
* Einführung
  + Bestehende Techniken
    - Cortical band als surface mesh modeln und dann Thickness berechnen. Verfügbar e.g. über FreeSurfer
    - Alternative Methoden über laplace equation oder registration based
  + Registration based brauchen gute tissue segmenation von WM etc.
    - Man nimmt Trennlinie von WM/GM und defomiert diese zur Trennlinie von GM/CSF mit diffeomorphic registration
    - Das dazwischen ist die cortical thickness
    - Über point correspondence kann thickness map berechnet werden
    - -> DiReCT
* Methode
  + Segmentation
    - Sie nutzten bestehendes Model DeepSCAN
    - Unet
    - Trainiert mit 840 Patienten
    - 96 weak Labels genutzt
    - Training mit focal loss und cosine annealing lr schedule
  + Cortical Thickness estimation
    - Regional mean cortical thickness von FreeSurfer berechnen
    - T1w images in Freesurfer space transformiert und brain mask appliziert
  + ANTs
    - Segmentation haben sie glaube ich ANT cortical thickness pipeline gegeben und daraus wurde voxel-wise volumetric thickness map berechnen
  + DL+DiReCT
    - Preprocessing der segmentation maps zu hard segmentation (ich glaube dass jedes voxel nur ein label hat)
  + Parcellation-wise average cortical thickness
    - Sie haben dann für einzelne regions of interest ROI die average cortical thickness berechnet
    - Paper ROI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1053811906000437?via%3Dihub>
* Evaluation
  + Hauptinteresse war global mean thickness (average mean thickness von left und right hemisphere)
  + DL+Direct ist gegenüber Freesurfer fast 9xMal schneller
  + Weil es kein gold standard gibt nutzten sie FreeSurfer als silver standard