استئوآرتریت (OA) شایع ترین شکل آرتریت است،با علائم بالینی مفصل و رادیوگرافی تشخیص داده می شودیافته ها (1،2). یکی ازدلایل اصلی ناتوانی جسمی درسالمندان در ایالات متحده، 14 میلیون نفر سالمند هستند

25 سال و بالاتر دارای OA علامتدار زانو (3) وبیش از نیمی از مبتلایان به زانو کامل اولیه دچار خواهند شد

جایگزینی (TKR) قبل از مرگ، با بیش از 600000 TKRهر سال انجام می شود (3،4).

علائم بالینی OA شامل درد مفاصل، سفتی،و کاهش دامنه حرکتی OA رادیوگرافی دی-تشخیص داده شده با استفاده از یک سیستم درجه بندی مانند Kellgren-درجه لارنس (KL) (1) یا انجمن تحقیقاتی OA بین-

اطلس ملی (OARSI) (5) بر اساس ارزیابی

استئوفیت ها و باریک شدن فضای مفاصل حضوراستئوفیت های قطعی با باریک شدن فضای مفصلی احتمالییعنی درجه KL  2) OA رادیوگرافیک زانو را در آن مشخص می کند

سیستم KL. در اطلس OARSI، زانو رادیوگرافی

OA با هر یک از سه مورد زیر به طور جداگانه تعریف می شودمعیارها: باریک شدن فضای مشترک درجه 2 یا بیشتر، مجموع

استئوفیت درجه 2 یا بیشتر یا باریک شدن فضای مفصلدرجه 1 و استئوفیت درجه 1. با این حال، رادیوگرافی

سیستم های درجه بندی OA زانو دارای چندین نسخه با شماره هستندتوافق یکنواخت (6).روش های خودکار برای تشخیص OA زانو ازرادیوگرافی شامل یک مدل شکل فعال مبتنی بر فاصله است

که پارامترهای هندسی بین

تیبیا و استخوان ران (7). آموزش انتقال به یک con-شبکه عصبی ارادی از پیش آموزش دیده در ImageNet (8)

نشان داده شده از پیشرفته ترین دقت چند کلاسه ap-تقریباً 67٪ در پیش بینی درجه KL از رادیونمودارها (9،10). علاوه بر این، برای پیشرفت ساختاری OA،

Lazzarini و همکاران (11) به حداکثر سطح زیر دست یافتندمنحنی مشخصه عملکرد گیرنده (AUC) 0.790 اینچ

پیش بینی بروز 30 ماهه OA زانو در یک گروهامتیاز نتیجه به طور جداگانه برای ارزیابی زانو تجویز شد

علائم و عملکرد با شرایط مختلف فعالیت(به عنوان مثال، در طول ورزش و تفریح) از ارزیابی شده توسط

WOMAC. عوامل خطر بالینی شناخته شده (16،17) شامل

گره های هبردن (بزرگ شدن استخوان 1+ دیستال اینترفالان-مفصل ژل در هر دو دست)، سابقه خانوادگی (TKR برای OA در a

والدین یا خواهر یا برادر بیولوژیک)، سابقه آسیب زانو (سختیراه رفتن به مدت حداقل یک هفته)، و درد WOMAC طرف مقابل

نمره. مجموعه داده های OAI بیماران مبتلا به MRI را مستثنی می کند.درمان، آرتروپاتی های التهابی، TKR دو طرفه، مثبت

تست بارداری و شرایط همراهی که ممکن است تداخل داشته باشندبا توانایی شرکت در مطالعه.

مجموعه داده های OAI شامل دوطرفه خلفی قدامی ثابترادیوگرافی فلکشن زانو از بیماران به مدت 8 سال و

داده های نتایج تعویض زانو در طی 9 سال جمع آوری شد.نمرات نیمه کمی KL و OARSI (در مقیاس های ترتیبی) وحداقل کمی عرض فضای مفصل (به میلی متر) درمحفظه داخلی توسط رادیوگرافی کمکی ارزیابی شد

مطالعات. نمرات KL و OARSI از پروژه 15 به دست آمداز فایل kxr\_sq\_bu00 نسخه 0.8 (18) و حداقل مفصل

اندازه گیری های عرض فضا از پروژه 16 بدست آمد

فایل kxr\_qjsw\_duryea00 نسخه 0.8 (19). تصاویر سانتر بودترالی توسط دو خواننده خبره که به هر کدام نادیده گرفته شده بودند، درجه بندی شد

قرائت های دیگران و داده های بالینی از بیمار (نگاه کنید به Ap-پیوست D مرجع 15 برای فلوچارت قرائت طرفدار

cess). پایایی آزمون-آزمون مجدد این قرائت ها خوب بود، با

مقادیر ضریب k 0.70-0.80 برای نمرات KL، 0.75-0.88 برایمتغیرهای باریک کننده فضای مفصل و 0.69-0.82 برای استئوفیتمتغیرها (20). قابلیت اطمینان حداقل عرض فضای اتصال

اندازه گیری ها بالا بود (ضریب همبستگی درون کلاسی، 0.984)(21). قرائت های رادیوگرافی نیمه کمی برای در دسترس بود

گروه فرعی همسان در مجموعه داده های OAI. شرکت کنندگان بودند

استخدام در چهار سایت بالینی، و پورتال بیمه سلامتبررسی شکایت قانون مسئولیت پذیری و مسئولیت پذیری توسط تایید شد

هیئت بررسی سازمانی در هر یک از سایت ها. همه شرکت کنندگان رضایت آگاهانه کتبی داده است.

چکیده آرتروز زانو (KOA) یکی از علل اصلی ناتوانی در میان سالمندان است و باعث

درد و ناراحتی و استقلال عملکردی چنین بزرگسالانی را محدود می کند. هدف از این مطالعه بود

توسعه یک مدل طبقه بندی خودکار برای KOA، بر اساس Kellgren-Lawrence (KL)

سیستم درجه بندی، با استفاده از تصویربرداری رادیوگرافی و داده های تجزیه و تحلیل راه رفتن. ویژگی های راه رفتن بسیار مرتبط با

شدت رادیولوژیک KOA شناسایی شده از مطالعه قبلی ما، علاوه بر تصویر رادیوگرافی

ویژگی های استخراج شده از یک شبکه یادگیری عمیق، یعنی Inception-ResNet-v2، با استفاده از یک

ماشین بردار پشتیبانی برای طبقه بندی چندگانه KOA. ناحیه زیر منحنی (AUC) گیرنده

منحنی مشخصه عملکرد از گریدهای 0-4 KL به ترتیب 0.93، 0.82، 0.83، 0.88 و 0.97 بود. را

حساسیت، دقت و امتیاز F1 مدل به ترتیب 70/0، 76/0 و 71/0 بود. مدل پیشنهادی

بهتر از یک رویکرد یادگیری عمیق رایج که مبتنی بر استفاده از تصاویر رادیوگرافی به عنوان ورودی است، عمل کرد

داده ها. این نتیجه نشان می دهد که داده های راه رفتن و تصاویر رادیوگرافی با توجه به KOA مکمل یکدیگر هستند

طبقه بندی، و استفاده از هر دو داده می تواند دقت تشخیص خودکار چند کلاسه را بهبود بخشد

KOA.

الف. شرکت کنندگان

این مطالعه توسط هیئت بررسی نهادی تایید شد

بیمارستان دانشگاه ملی سئول (IRB شماره 1810-004-974)و بر اساس دستورالعمل های مربوطه انجام می شود و

آئین نامه. رضایت کتبی آگاهانه از همه اخذ شدشرکت کنندگان در مطالعه، و مطالعه با استفاده از

پایگاه داده آزمایشگاه راه رفتن از 2013-2017. پایگاه داده شاملگزارش راه رفتن از درجات مختلف بیماران KOA، علاوه بر این

به داوطلبان سالم همه شرکت کنندگان تحت تمرین فیزیکی قرار گرفتندمعاینه و تصویربرداری رادیوگرافی انجام شد

زانوهای آنها در حالت تمام اندام، ایستاده، تا زانو کشیدهیون ها آزمودنی ها بر اساس معیارهای زیر از مطالعه خارج شدند:

(1) سن کمتر از 20 سال؛ (2) بیماری ستون فقرات، آرتریت لگن یا مچ پا؛

(3) آرتریت التهابی یا تروماتیک زانو. و (4)جراحی قبلی استخوان در اندام تحتانی هر اندام بود

به عنوان داده های جداگانه شمارش شد و در مجموع 728 اندام از 364 مورد محاسبه شدافراد در این مطالعه وارد شدند. مدرک KOA بود

بر اساس سیستم درجه بندی KL تعیین می شود. خلاصه جدول 1-ویژگی های جمعیت شناختی و سرعت راه رفتن را افزایش می دهد

شرکت کننده ها.

ب. جمع آوری داده های راه رفتن

تمام داده های تجزیه و تحلیل راه رفتن، که شامل جنبشی، جنبشیداده های مکانی و مکانی-زمانی در انسان جمع آوری شد

آزمایشگاه تحلیل حرکت دانشگاه ملی سئول-بیمارستان سیتی آزمودنی ها ابتدا با

راه اندازی آزمایشی. پس از آن، یک اپراتور با 20 سال ازتجربه آزمودنی‌ها را با نشانگرهای بازتابنده برچسب‌گذاری کرد

در مجموعه هلن هیز. پس از قرار دادن نشانگرها، زیراز آنها خواسته شد در مسیری به طول 9 متر راه بروند.

داده های راه رفتن با استفاده از دوازده دستگاه شارژ همراه جمع آوری شد

دوربین هایی که از یک تصویربرداری سه بعدی نوری استفاده می کنندعلاوه بر این، سیستم (Motion Analysis Corp., Santa Rosa, CA)

به دو صفحه نیرو تعبیه شده در کف در یک نمونه برداری فرکانس 120 هرتز داده های حرکتی و حرکتی از

تمام مفاصل پس از پنج یا شش آزمایش به طور میانگین اندازه گیری شدند و به عنوان مورد استفاده قرار گرفتند داده های تجربی

ج. ارزیابی رادیو گرافی

کلیه تصاویر رادیوگرافی کامل اندام مورد استفاده در این مطالعه بودند

به صورت دیجیتالی با استفاده از آرشیو و ارتباط تصویر به دست آمده است سیستم کاتیونی (Maroview 5.4؛ INFINITT Healthcare، سئول،

کشور کره). ارزیابی‌های رادیوگرافیک انجام شدبه طور معلق، مطابق با سیستم درجه بندی KL، توسط دو

کارشناسان با تجربه آموزش فلوشیپ در آرتروپلاستی.این دو کارشناس اطلاعات دیگر را مرتبط تلقی نکردند

به سوژه ها وقتی نتایج ارزیابی متناقض بودبرای رسیدن به نتیجه، درجه بندی مورد بحث قرار گرفت. را

پایایی بین مشاهده گر ارزیابی های رادیوگرافی بود

رضایت بخش (ضریب همبستگی درون طبقاتی، 0.93). راتصویر رادیوگرافی جمع‌آوری‌شده هیچ‌گونه قبلی را طی نکرده است

پردازش تصویر به جز برای برش در اطراف مفصل زانوبرای تغییر اندازه تصویر برای اندازه ورودی شبکه یادگیری عمیق.

D. استخراج و طبقه بندی ویژگی هاتجزیه و تحلیل داده ها و طبقه بندی با استفاده از

MATLAB 2019b (MathWorks، Natick، MA). بیست راه رفتن-چرخش (9 از زانو، 7 از باسن، 2 از مفصل مچ پا،

و 2 پارامتر فضایی-زمانی) که در قبلی ما شناسایی شد

شاغل بودند [19]. ویژگی ها توسط استخراج شدمحاسبه AUC، تفاوت بین حداکثر و

حداقل مقادیر، و کشیدگی، و سایر خصوصیات

پارامترهای راه رفتن جنبشی و سینماتیکی پارامترهای راه رفتن،که شامل ویژگی های حیاتی بود، به شرح زیر بود: زانولحظه اکستنشن، لحظه ابداکشن زانو، چرخش زانولحظه، زاویه خم شدن زانو، لحظه ربودن لگن، لگن لحظه اکستنشن، زاویه اکستنشن لگن، دورسی فلکشن مچ پالحظه، آهنگ و طول گام

Inception-ResNet-v2 که یک محاوره از پیش آموزش دیده استشبکه عصبی مبتنی بر پایگاه داده ImageNet،

برای دو منظور استفاده شد: 1) استخراج ویژگی ها ازتصاویر رادیوگرافی؛ 2) مدل طبقه بندی برای مقایسه ما

مدل SVM پیشنهادی Inception-ResNet-v2 ترکیب می شودمعماری Inception با یک اتصال باقی مانده برای

تسریع در آموزش و بهبود عملکردراسی شبکه [21]. از 164 لایه با تصویر تشکیل شده است

ابعاد ورودی 299 × 299 است و به عنوان یک در نظر گرفته می شودشبکه موثر و کارآمد رادیوگرافی کامل اندام

تصاویر به دست آمده از همه افراد در اطراف برش داده شدزانو و تغییر اندازه به ابعاد 299 × 299. ویژگی های

قبل از آخرین لایه ادغام میانگین نهایی استخراج شدندلایه Softmax سپس یک NCA پس از انجام شد

استخراج ویژگی با استفاده از یک شبکه یادگیری عمیق NCAانتخاب ویژگی وزن ویژگی ها را با منظم سازی به دست می آورد،

که خطا را برای طبقه بندی ترک یک بیرون به حداقل می رساند[20]. طبقه بندی ترک یک خارج با استفاده از یک انجام می شود

نمونه به عنوان یک مجموعه تست و داده های باقی مانده به عنوان یک مجموعه آموزشی.این فرآیند تا زمانی که هر نمونه به عنوان یک استفاده شود تکرار می شود

مجموعه تست برای ویژگی های راه رفتن و تصویر انتخاب شده، دانش آموزبرای تعیین تفاوت معنی داری از آزمون t استفاده شد